

- 01| Há alguns anos a iluminação residencial era predominantemente feita por meio de lâmpadas incandescentes. Atualmente, dando-se atenção à política de preservação de bens naturais, estas lâmpadas estão sendo trocadas por outros tipos de lâmpadas muito mais econômicas, como as fluorescentes compactas e de LED.

Numa residência usavam-se 10 lâmpadas incandescentes de 100 W que ficavam ligadas em média 5 horas por dia. Estas lâmpadas foram substituídas por 10 lâmpadas fluorescentes compactas que consomem 20 W cada uma e também ficam ligadas em média 5 horas por dia.

Adotando o valor R\$ 0,40 para o preço do quilowatt-hora, a economia que esta troca proporciona em um mês de trinta dias é de

- A R\$ 18,00.
B R\$ 48,00.
C R\$ 60,00.
D R\$ 120,00.
E R\$ 248,00.
- 02| Um aprendiz de cozinheiro colocou 1,0 litro de água em temperatura ambiente (25 °C) numa panela sem tampa e a deixou aquecendo em um fogão elétrico, sobre uma boca de potência de 2.000 W.

Considerando-se que toda a energia fornecida pela boca é absorvida pela água, qual o tempo mínimo aproximado em que toda a água evapora?

Dados:

calor latente de vaporização da água = 2.256 kJ/kg

calor específico da água = 4,2 kJ/kg °C

densidade da água = 1.000 kg/m³

- A 18,2 min
B 21,4 min
C 36,0 min
D 42,7 min
E 53,8 min

- 03| Um ¹chef de cuisine precisa transformar 10 g de gelo a 0 °C em água a 40 °C em 10 minutos. Para isto utiliza uma resistência elétrica percorrida por uma corrente elétrica que fornecerá calor para o gelo. Supondo-se que todo calor fornecido pela resistência seja absorvido pelo gelo e desprezando-se perdas de calor para o meio ambiente e para o frasco que contém o gelo, a potência desta resistência deve ser, em watts, no mínimo, igual a:

Dados da água:

Calor específico no estado sólido: 0,50 cal/g °C

Calor específico no estado líquido: 1,0 cal/g °C

Calor latente de fusão do gelo: 80 cal/g

Adote 1 cal = 4 J

¹chefe de cozinha

- A 4.
B 8.
C 10.
D 80.
E 120.



- 04| Um objeto metálico, X, eletricamente isolado, tem carga negativa $5,0 \times 10^{-12} \text{ C}$. Um segundo objeto metálico, Y, neutro, mantido em contato com a Terra, é aproximado do primeiro e ocorre uma faísca entre ambos, sem que eles se toquem. A duração da faísca é 0,5 s e sua intensidade é 10^{-11} A .

No final desse processo, as cargas elétricas totais dos objetos X e Y são, respectivamente,

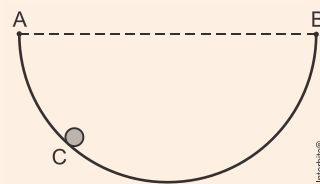
- A** zero e zero.
- B** zero e $-5,0 \times 10^{-12} \text{ C}$.
- C** $-2,5 \times 10^{-12} \text{ C}$ e $-2,5 \times 10^{-12} \text{ C}$.
- D** $-2,5 \times 10^{-12} \text{ C}$ e $+2,5 \times 10^{-12} \text{ C}$.
- E** $+5,0 \times 10^{-12} \text{ C}$ e zero.
- 05| Duas cargas são colocadas em uma região onde há interação elétrica entre elas. Quando separadas por uma distância d, a força de interação elétrica entre elas tem módulo igual a F. Triplicando-se a distância entre as cargas, a nova força de interação elétrica em relação à força inicial, será

- A** diminuída 3 vezes
- B** diminuída 9 vezes
- C** aumentada 3 vezes
- D** aumentada 9 vezes

- 06| Duas esferas idênticas e eletrizadas com cargas elétricas q_1 e q_2 se atraem com uma força de 9 N. Se a carga da primeira esfera aumentar cinco vezes e a carga da segunda esfera for aumentada oito vezes, qual será o valor da força, em newtons, entre elas?

- A** 40
- B** 49
- C** 117
- D** 360

- 07| Uma pequena esfera C, com carga elétrica de $+5 \cdot 10^{-4} \text{ C}$, é guiada por um aro isolante e semicircular de raio R igual a 2,5 m, situado num plano horizontal, com extremidades A e B, como indica a figura abaixo.

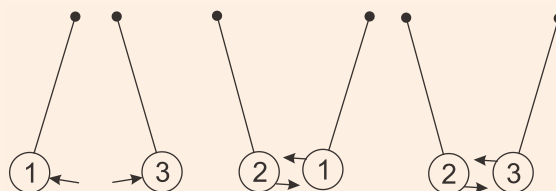


A esfera pode se deslocar sem atrito tendo o aro como guia. Nas extremidades A e B deste aro são fixadas duas cargas elétricas puntiformes de $+8 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ e $+1 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, respectivamente. Sendo a constante

eletrostática do meio igual a $4\sqrt{5} \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$, na posição de equilíbrio da esfera C, a reação normal do aro sobre a esfera, em N, tem módulo igual a

- A** 1
- B** 2
- C** 4
- D** 5

- 08| Em uma experiência realizada em sala de aula, o professor de Física usou três esferas metálicas, idênticas e numeradas de 1 a 3, suspensas por fios isolantes em três arranjos diferentes, como mostra a figura abaixo:



Inicialmente, o Professor eletrizou a esfera 3 com carga negativa. Na sequência, o professor aproximou a esfera 1 da esfera 3 e elas se repeliram. Em seguida, ele aproximou a esfera 2 da esfera 1 e elas se atraíram. Por fim, aproximou a esfera 2 da esfera 3 e elas se atraíram. Na tentativa de explicar o fenômeno, 6 alunos fizeram os seguintes comentários:

João: A esfera 1 pode estar eletrizada negativamente, e a esfera 2, positivamente.

Maria: A esfera 1 pode estar eletrizada positivamente e a esfera 2 negativamente.

Letícia: A esfera 1 pode estar eletrizada negativamente, e a esfera 2 neutra.

Joaquim: A esfera 1 pode estar neutra e a esfera 2 eletrizada positivamente.



Marcos: As esferas 1 e 2 podem estar neutras.

Marta: As esferas 1 e 2 podem estar eletrizadas positivamente.

Assinale a alternativa que apresenta os alunos que fizeram comentários corretos com relação aos fenômenos observados:

- A** somente João e Maria.
- B** somente João e Letícia.
- C** somente Joaquim e Marta.
- D** somente João, Letícia e Marcos.
- E** somente Letícia e Maria.

- 09** | Duas cargas pontuais q_1 e q_2 são colocadas a uma distância R entre si. Nesta situação, observa-se uma força de módulo F_0 sobre a carga q_2 .

Se agora a carga q_2 for reduzida à metade e a distância entre as cargas for reduzida para $R/4$, qual será o módulo da força atuando em q_1 ?

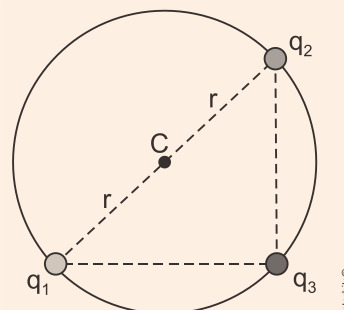
- A** $F_0/32$
- B** $F_0/2$
- C** $2F_0$
- D** $8F_0$
- E** $16F_0$

- 10** | Duas pequenas esferas condutoras idênticas estão eletrizadas. A primeira esfera tem uma carga de $2Q$ e a segunda uma carga de $6Q$. As duas esferas estão separadas por uma distância d e a força eletrostática entre elas é F_1 . Em seguida, as esferas são colocadas em contato e depois separadas por uma distância $2d$. Nessa nova configuração, a força eletrostática entre as esferas é F_2 .

Pode-se afirmar sobre a relação entre as forças F_1 e F_2 , que:

- A** $F_1 = 3F_2$.
- B** $F_1 = F_2/12$.
- C** $F_1 = F_2/3$.
- D** $F_1 = 4F_2$.
- E** $F_1 = F_2$.

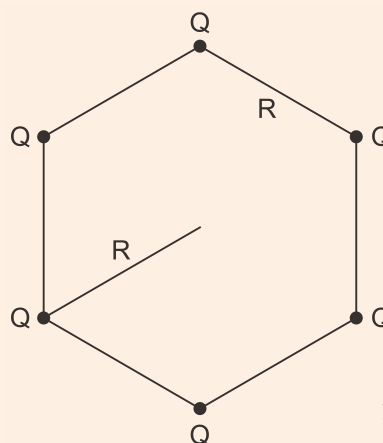
- 11** | Três esferas puntiformes, eletrizadas com cargas elétricas $q_1 = q_2 = +Q$ e $q_3 = -2Q$, estão fixas e dispostas sobre uma circunferência de raio r e centro C , em uma região onde a constante eletrostática é igual a k_0 , conforme representado na figura.



Considere V_C o potencial eletrostático e E_C o módulo do campo elétrico no ponto C devido às três cargas. Os valores de V_C e E_C são, respectivamente,

- A** zero e $\frac{4 \cdot k_0 \cdot Q}{r^2}$
- B** $\frac{4 \cdot k_0 \cdot Q}{r}$ e $\frac{k_0 \cdot Q}{r^2}$
- C** zero e zero
- D** $\frac{2 \cdot k_0 \cdot Q}{r}$ e $\frac{2 \cdot k_0 \cdot Q}{r^2}$
- E** zero e $\frac{2 \cdot k_0 \cdot Q}{r^2}$

- 12** | Seis cargas elétricas iguais a Q estão dispostas, formando um hexágono regular de aresta R , conforme mostra a figura abaixo.



Com base nesse arranjo, sendo k a constante eletrostática, considere as seguintes afirmações.



- I. O campo elétrico resultante no centro do hexágono tem módulo igual a $6kQ/R^2$.
- II. O trabalho necessário para se trazer uma carga q , desde o infinito até o centro do hexágono, é igual a $6kQ/R$.
- III. A força resultante sobre uma carga de prova q , colocada no centro do hexágono, é nula.

Quais estão corretas?

- A** Apenas I.
- B** Apenas II.
- C** Apenas I e III.
- D** Apenas II e III.
- E** I, II e III.

- 13** | No estudo da eletricidade e do magnetismo, são utilizadas as linhas de campo. As linhas de campo elétrico ou magnético são linhas imaginárias cuja tangente em qualquer ponto é paralela à direção do vetor campo. Sobre as linhas de campo, assinale a afirmativa **correta**.

- A** As linhas de campo magnético e os vetores força magnética são sempre paralelos.
- B** As linhas de campo elétrico numa região do espaço onde existem cargas elétricas se dirigem de um ponto de menor potencial para um de maior potencial.
- C** As linhas de campo magnético no interior de um ímã se dirigem do polo norte do ímã para seu polo sul.
- D** As linhas de campo elétrico que representam o campo gerado por uma carga elétrica em repouso são fechadas.
- E** As linhas de força de um campo elétrico uniforme são linhas retas paralelas igualmente espaçadas e todas têm o mesmo sentido.

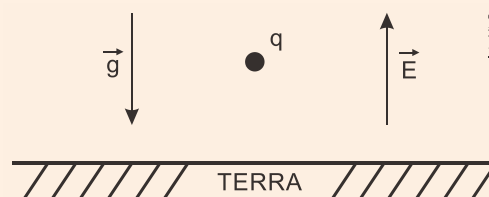
- 14** | A intensidade do campo elétrico ($\vec{E}$) e do potencial elétrico (V) em um ponto P gerado pela carga pun-

tiforme Q são, respectivamente, $50 \frac{N}{C}$ e $100 V$. A distância d que a carga puntiforme se encontra do ponto P , imersa no ar, é

- A** 1,0 m

- B** 2,0 m
- C** 3,0 m
- D** 4,0 m
- E** 5,0 m

- 15** | 2017) Uma partícula de carga q e massa $10^{-6} kg$ foi colocada num ponto próximo à superfície da Terra onde existe um campo elétrico uniforme, vertical e ascendente de intensidade $E = 10^5 N/C$.



DESENHO ILUSTRATIVO FORA DE ESCALA

Sabendo que a partícula está em equilíbrio, considerando a intensidade da aceleração da gravidade

$g = 10 m/s^2$, o valor da carga q e o seu sinal são respectivamente:

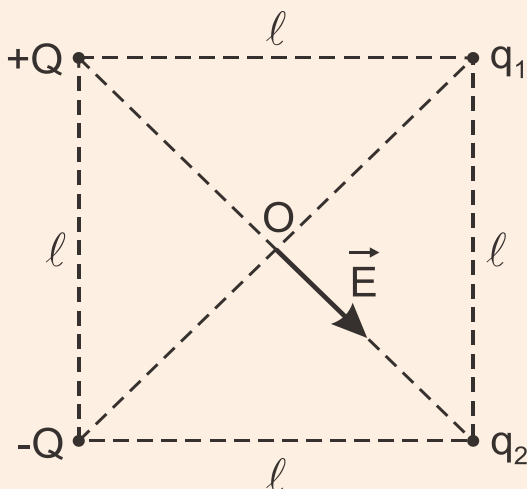
- A** $10^{-3} \mu C$, negativa
- B** $10^{-5} \mu C$, positiva
- C** $10^{-5} \mu C$, negativa
- D** $10^{-4} \mu C$, positiva
- E** $10^{-4} \mu C$, negativa

- 16** | Um sistema de cargas pontuais é formado por duas cargas positivas $+q$ e uma negativa $-q$, todas de mesma intensidade, cada qual fixa em um dos vértices de um triângulo equilátero de lado r . Se substituirmos a carga negativa por uma positiva de mesma intensidade, qual será a variação da energia potencial elétrica do sistema? A constante de Coulomb é denotada por k .

- A** $2kq^2/r$
- B** $-2kq^2/r$
- C** $-4kq^2/r$
- D** $4kq^2/r$
- E** kq^2/r



- 17| Um sistema é composto por quatro cargas elétricas puntiformes fixadas nos vértices de um quadrado, conforme ilustrado na figura abaixo.



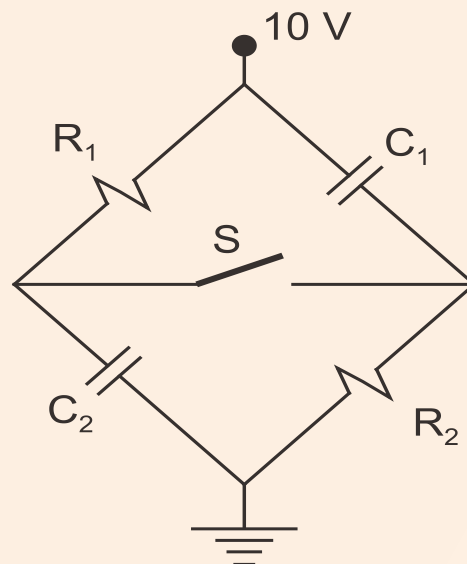
As cargas q_1 e q_2 são desconhecidas. No centro O do quadrado o vetor campo elétrico $\vec{E}$, devido às quatro cargas, tem a direção e o sentido indicados na figura.

A partir da análise deste campo elétrico, pode-se afirmar que o potencial elétrico em O

- A** é positivo.
 - B** é negativo.
 - C** é nulo.
 - D** pode ser positivo.
- 18| Uma partícula com carga elétrica de $5,0 \times 10^{-6} \text{ C}$ é acelerada entre duas placas planas e paralelas, entre as quais existe uma diferença de potencial de 100 V. Por um orifício na placa, a partícula escapa e penetra em um campo magnético de indução magnética uniforme de valor igual a $2,0 \times 10^{-2} \text{ T}$, descrevendo uma trajetória circular de raio igual a 20 cm. Admitindo que a partícula parte do repouso de uma das placas e que a força gravitacional seja desprezível, qual é a massa da partícula?

- A** $1,4 \times 10^{-14} \text{ kg}$
- B** $2,0 \times 10^{-14} \text{ kg}$
- C** $4,0 \times 10^{-14} \text{ kg}$
- D** $2,0 \times 10^{-13} \text{ kg}$
- E** $4,0 \times 10^{-13} \text{ kg}$

- 19| O circuito da figura é composto de duas resistências, $R_1 = 2,5 \times 10^3 \Omega$ e $R_2 = 1,5 \times 10^3 \Omega$, e de dois capacitores, de capacitâncias $C_1 = 2,0 \times 10^{-9} \text{ F}$ e $C_2 = 4,5 \times 10^{-9} \text{ F}$.



Sendo fechada a chave S , a variação de carga ΔQ no capacitor C_1 , após determinado período, é de:

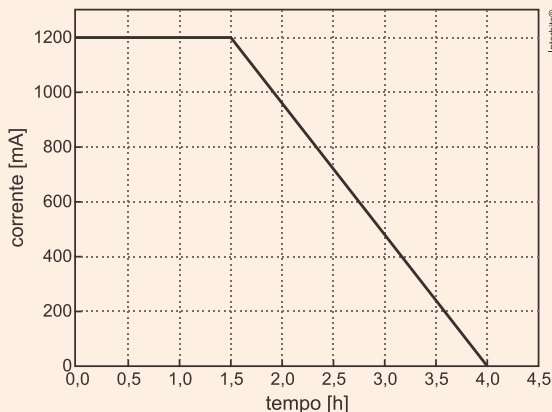
- A** -15 nC
 - B** -10 nC
 - C** -5 nC
 - D** 0 nC
 - E** 5 nC
- 20| Carregada com um potencial de 100 V, flutua no ar uma bolha de sabão condutora de eletricidade, de 10 cm de raio e $3,3 \times 10^{-6} \text{ cm}$ de espessura. Sendo a capacitância de uma esfera condutora no ar proporcional ao seu raio, assinale o potencial elétrico da gota esférica formada após a bolha estourar.
- A** 6 kV
 - B** 7 kV
 - C** 8 kV
 - D** 9 kV
 - E** 10 kV



- 21| Dependendo da intensidade da corrente elétrica que atravessa o corpo humano, é possível sentir vários efeitos, como dores, contrações musculares, parada respiratória, entre outros, que podem ser fatais. Suponha que uma corrente de $0,1\text{ A}$ atravessa o corpo de uma pessoa durante $2,0$ minutos. Qual o número de elétrons que atravessa esse corpo, sabendo que o valor da carga elementar do elétron é $1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$.

A $1,2 \cdot 10^{18}$
B $1,9 \cdot 10^{20}$
C $7,5 \cdot 10^{19}$
D $3,7 \cdot 10^{19}$
E $3,2 \cdot 10^{19}$

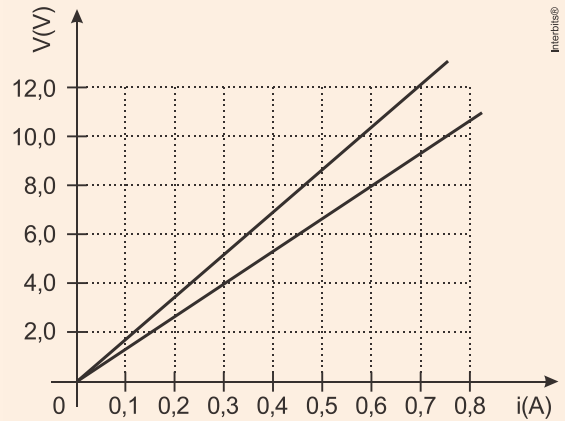
- 22| Tecnologias móveis como celulares e tablets têm tempo de autonomia limitado pela carga armazenada em suas baterias. O gráfico abaixo apresenta, de forma simplificada, a corrente de recarga de uma célula de bateria de íon de lítio, em função do tempo.



Considere uma célula de bateria inicialmente descarregada e que é carregada seguindo essa curva de corrente. A sua carga no final da recarga é de

A $3,3\text{ C}$.
B 11.880 C .
C 1.200 C .
D 3.300 C .

- 23| Sejam dois resistores ôhmicos R_x e R_y associados em paralelo e ligados a uma bateria ideal de 12 V . A figura abaixo mostra as curvas que caracterizam esses resistores.



A intensidade de corrente elétrica em **ampères**, fornecida pelo gerador ao circuito, é:

A 16
B 0,8
C 8
D 1,6

- 24| Pela seção de um condutor metálico submetido a uma tensão elétrica, atravessam $4,0 \times 10^{18}$ elétrons em 20 segundos.

A intensidade média da corrente elétrica, em ampere, que se estabelece no condutor corresponde a:

Dado: carga elementar = $1,6 \times 10^{-19}\text{ C}$.

A $1,0 \times 10^{-2}$
B $3,2 \times 10^{-2}$
C $2,4 \times 10^{-3}$
D $4,1 \times 10^{-3}$

- 25| Na bateria de um telefone celular e em seu carregador, estão registradas as seguintes especificações:

BATERIA
1650 mAh
3,7 V
6,1 Wh

CARREGADOR
Entrada AC: 100 - 240 V
50 - 60 Hz
0,2 A
Saída DC: 5 V; 1,3 A



Com a bateria sendo carregada em uma rede de 127 V, a potência máxima que o carregador pode fornecer e a carga máxima que pode ser armazenada na bateria são, respectivamente, próximas de

Note e adote:

– AC : corrente alternada;

– DC : corrente contínua.

A 25,4 W e 5.940 C.

B 25,4 W e 4,8 C.

C 6,5 W e 21.960 C.

D 6,5 W e 5.940 C.

E 6,1 W e 4,8 C.

- 26** Quando duas resistências R idênticas são colocadas em paralelo e ligadas a uma bateria V , a corrente que flui pelo circuito é I_0 .

Se o valor das resistências dobrar, qual será a corrente no circuito?

A $I_0/4$

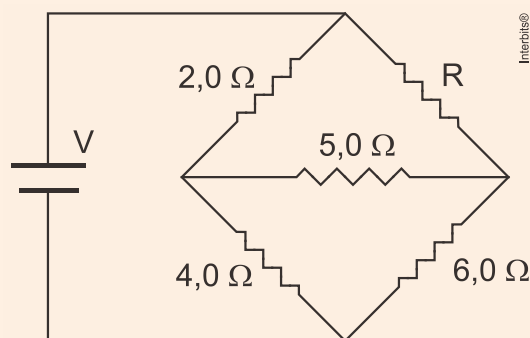
B $I_0/2$

C I_0

D $2 I_0$

E $4 I_0$

- 27** O arranjo de resistores da figura se chama Ponte de Wheatstone. Escolhendo o resistor R adequadamente, podemos fazer com que **não passe nenhuma corrente** no resistor de resistência $5,0 \Omega$.



Determine, em Ω , qual é o valor da resistência de R para que a corrente no resistor de $5,0 \Omega$ seja nula.

A 2,0

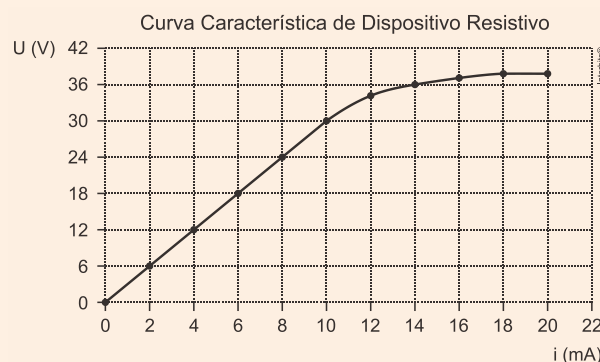
B 3,0

C 4,0

D 5,0

E 6,0

- 28** Em uma disciplina de circuitos elétricos da FATEC, o Professor de Física pede aos alunos que determinem o valor da resistência elétrica de um dispositivo com comportamento inicial ôhmico, ou seja, que obedece à primeira lei de Ohm. Para isso, os alunos utilizam um multímetro ideal de precisão e submetem o dispositivo a uma variação na diferença de potencial elétrico anotando os respectivos valores das correntes elétricas observadas. Dessa forma, eles decidem construir um gráfico contendo a curva característica do dispositivo resistivo, apresentada na figura.



Com os dados obtidos pelos alunos, e considerando apenas o trecho com comportamento ôhmico, podemos afirmar que o valor encontrado para a resistência elétrica foi, em $k\Omega$, de

A 3,0

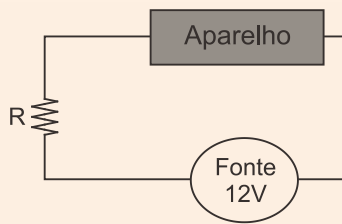
B 1,5

C 0,8

D 0,3

E 0,1

- 29** Um aparelho continha as seguintes especificações de trabalho: Entrada 9 V – 500 mA. A única fonte para ligar o aparelho era de 12 V. Um cidadão fez a seguinte ligação para não danificar o aparelho ligado à fonte:

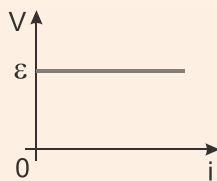


Considerando a corrente do circuito igual a 500 mA, qual deve ser o valor da resistência R , em Ω , para que o aparelho não seja danificado?

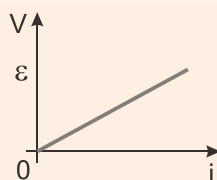
- A** 4
- B** 5
- C** 6
- D** 7

30| Considere uma bateria de força eletromotriz $\mathcal{E}$ e resistência interna desprezível. Qual dos gráficos a seguir melhor representa a bateria?

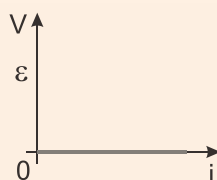
a)



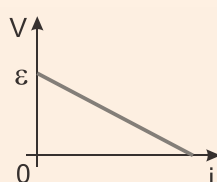
b)



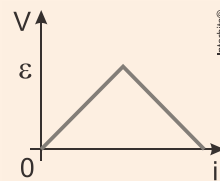
c)



d)



e)



31| 2017) Um aluno irá montar um circuito elétrico com duas lâmpadas incandescentes, L_1 e L_2 , de resistências elétricas constantes, que têm as seguintes especificações técnicas fornecidas pelo fabricante, impressas nas lâmpadas:

– L_1 : 30 V e 60 W;

– L_2 : 30 V e 30 W.

Além das duas lâmpadas, ele também usará um gerador ideal de tensão elétrica contínua de

60 V, um resistor ôhmico de 30Ω e fios condutores elétricos ideais.

Utilizando todo material acima descrito, a configuração da montagem do circuito elétrico, para que as lâmpadas funcionem corretamente com os valores especificados pelo fabricante das lâmpadas será:

Simbologia

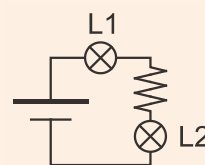
Lâmpadas - L_1 e L_2

Resistor

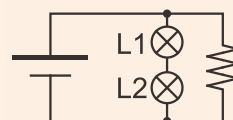
Gerador

Fio condutor

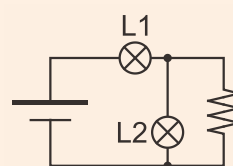
a)



b)

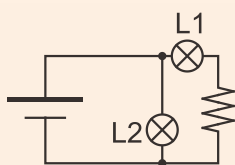


c)

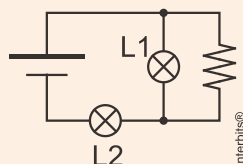




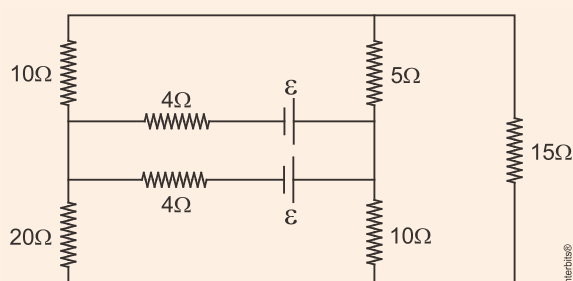
d)



e)



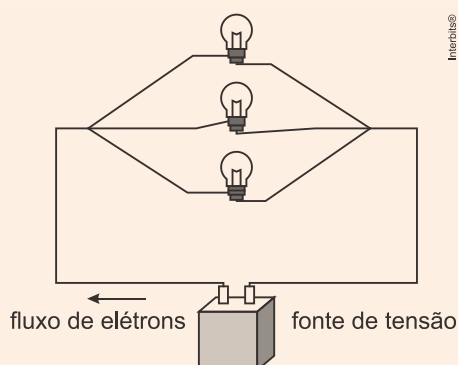
- 32| 2017) A figura a seguir representa um circuito elétrico constituído por duas baterias de resistências internas desprezíveis e sete resistores ôhmicos.



Sendo que a máxima potência dissipada em cada resistor não poderá ultrapassar 10 W, a fem à máxima que as baterias poderão apresentar é, em V,

- A** 9
- B** 12
- C** 18
- D** 36

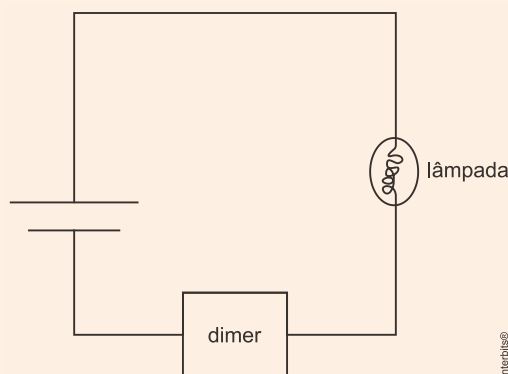
- 33| Numa instalação elétrica de um escritório, são colocadas 3 lâmpadas idênticas em paralelo conectadas a uma fonte de tensão.



Se uma das lâmpadas queimar, o que acontecerá com a corrente nas outras lâmpadas?

- A** Aumentará por um fator 1,5.
- B** Aumentará por um fator 2.
- C** Diminuirá por um fator 1,5.
- D** Diminuirá por um fator 2.
- E** Permanecerá a mesma.

- 34| O dimer é um aparelho usado para controlar o brilho de uma lâmpada ou a potência de um outro aparelho, como um ventilador. Um dimer foi usado para controlar o brilho de uma lâmpada cujas especificações são 24,0 W e 12,0 V. A lâmpada foi associada em série ao dimer e ligada a uma bateria de 12,0 V, conforme representado no diagrama.



Sabendo-se que o dimer foi regulado para que a lâmpada dissipasse 81% de sua potência, a potência que ele dissipa, em W, é

- A** 2,16.
- B** 4,56.
- C** 19,4.
- D** 21,6.

- 35| Muitos aparelhos elétricos são acionados por controle remoto. O manual do usuário desses aparelhos informa que para mantê-lo em estado de prontidão (*stand-by*), isto é, acioná-lo por controle remoto, é necessária uma potência de 20 W. A energia consumida por esse aparelho em um dia é, aproximadamente,

- A** $1,3 \cdot 10^6$ J
- B** $1,7 \cdot 10^6$ J

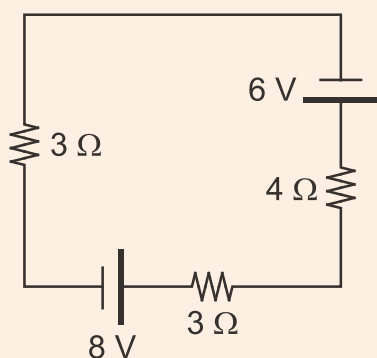


C $1,9 \cdot 10^6 \text{ J}$

D $2,1 \cdot 10^6 \text{ J}$

E $2,3 \cdot 10^6 \text{ J}$

- 36] 2017) O desenho abaixo representa um circuito elétrico composto por resistores ôhmicos, um gerador ideal e um receptor ideal.



DESENHO ILUSTRATIVO
FORA DE ESCALA

Interbits®

A potência elétrica dissipada no resistor de 4Ω do circuito é:

A 0,16 W

B 0,20 W

C 0,40 W

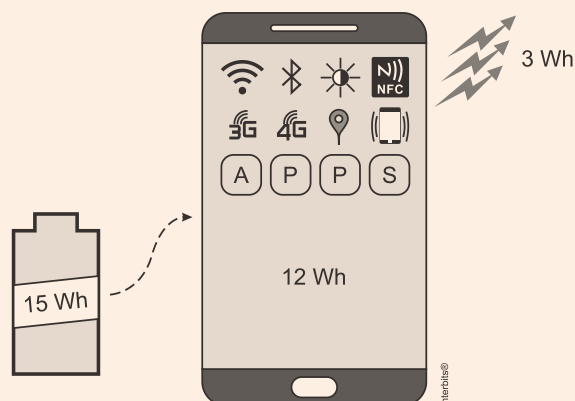
D 0,72 W

E 0,80 W

- 37] Um professor do curso de Eletrônica Industrial da FATEC decide apresentar aos alunos a eficiência da bateria de um telefone celular hipotético, modelo *smartphone*. Ele destaca que alguns fatores são determinantes para que a carga elétrica da bateria seja consumida mais rapidamente. O professor mostra que há um aumento de consumo devido à conexão WiFi, ao uso permanente de *Bluetooth* e de NFC (*Near Field Communication*), à elevada luminosidade de fundo de tela, à instabilidade das conexões 3G e 4G, ao localizador GPS ligado constantemente, ao uso de toque vibratório e ao excessivo armazenamento de apps (aplicativos diversos).

Os dados são apresentados aos alunos por meio de um infográfico, contendo o quanto a bateria fornece de energia, quanta energia o aparelho celular consome (utiliza) e o valor da dissipação de energia.

Consumo de Energia em Celular



Desprezando quaisquer outras perdas do sistema, e considerando apenas as informações apresentadas no texto e no infográfico, é correto afirmar que

A o rendimento do sistema é de 25%.

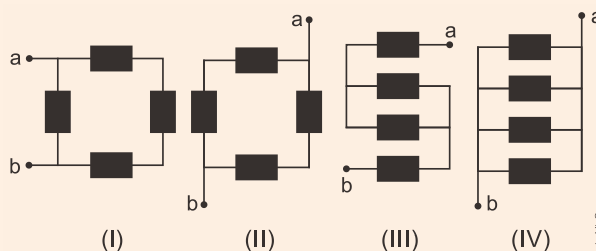
B o rendimento da bateria na utilização do aparelho é de 80%.

C a potência nominal máxima gerada pela bateria em 1,5 h é de 5 W.

D a energia dissipada pelo dispositivo independe do uso das funcionalidades descritas no texto.

E funcionalidades como Bluetooth e NFC são as maiores consumidoras de energia.

- 38] Os seguintes circuitos elétricos têm as mesmas resistências valendo cada uma R . Afirma-se que os circuitos que tem entre os pontos a e b a menor e a maior resistência equivalente são, respectivamente, os seguintes circuitos:



A (I) e (II)

B (III) e (IV)

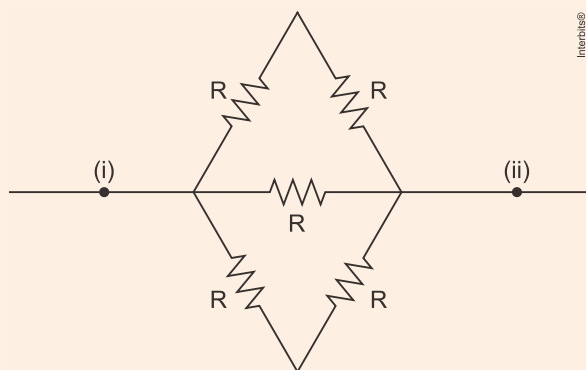
C (IV) e (III)

D (III) e (II)

E (II) e (IV)



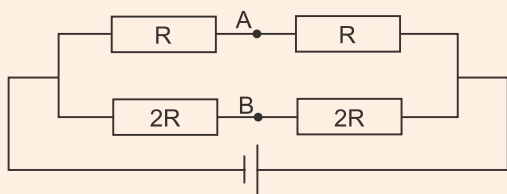
- 39** | A diferença de potencial entre os pontos (i) e (ii) do circuito abaixo é V .



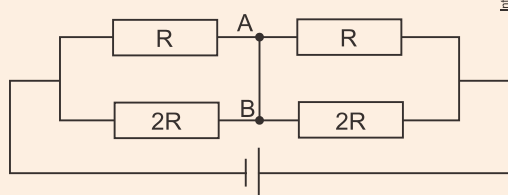
Considerando que todos os cinco resistores têm resistência elétrica R , a potência total por eles dissipada é

- A** $2V^2/R$.
- B** $V^2/(2R)$.
- C** $V^2/(5R)$.
- D** $4V^2/R^2$.
- E** $V^2/(4R^2)$.
- 40** | Quatro resistores, cada um deles com valor R , estão conectados por meio de fios condutores ideais, segundo o circuito representado na figura abaixo. O circuito é alimentado por um gerador ideal que fornece uma tensão elétrica constante. Inicialmente, o circuito foi analisado segundo a situação 1 e, posteriormente, os pontos A e B foram interligados por meio de um fio condutor, de acordo com a situação 2.

Situação 1



Situação 2



Com base nessas informações, identifique como verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmativas:

- () A intensidade de corrente elétrica no gerador é a mesma para as duas situações representadas.
- () Ao se conectar o fio condutor entre os pontos A e B, a resistência elétrica do circuito diminui.
- () Na situação 2, a intensidade de corrente elétrica no gerador aumentará, em relação à situação 1.
- () A diferença de potencial elétrico entre os pontos A e B, na situação 1, é maior que zero.

Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, de cima para baixo.

- A** F – V – V – F.
- B** F – V – F – V.
- C** V – F – V – F.
- D** V – F – F – F.
- E** V – V – V – V.
- 41** | Leia atentamente as afirmativas a seguir.
- I. É a área da Física que estuda a atração e a repulsão de objetos. Um dos primeiros cientistas ocidentais a estudar sobre este fenômeno foi Tales de Mileto, na Grécia. Mas já havia evidências de que os chineses já tinham o conhecimento de materiais que podiam atrair outros. Seu uso inicialmente foi para fins militares para se orientar na guerra.
- II. É um ramo da Física responsável pelo estudo do movimento. Este ramo mostra que o espaço e o tempo em velocidades próximas ou iguais à da luz não são conceitos absolutos, mas, sim relativos. Segundo esta teoria, observadores diferentes, um parado e outro em alta velocidade, apresentam percepções diferentes das medidas de espaço e tempo.
- III. É uma parte da Física que estuda fenômenos associados às cargas elétricas. Ela está presente em praticamente todos os momentos do nosso dia a dia, quando acendemos uma lâmpada, guardamos alimentos em um refrigerador para conservá-los, ao assistirmos TV, ao nos conectarmos nas redes sociais, etc.



IV. É um ramo da Física que estuda os fenômenos térmicos como calor, temperatura, dilatação, energia térmica, estudos térmicos dos gases, dentre outros. Estuda de que forma o calor pode ser trocado entre os corpos, bem como as características de cada processo de troca de calor.

As quatro afirmativas são, respectivamente, atribuídas aos seguintes assuntos da Física:

- A** Magnetismo; Mecânica Quântica; Eletricidade; Termologia.
- B** Eletricidade; Mecânica Relativística; Magnetismo; Termologia.
- C** Termologia; Eletricidade; Mecânica Relativística; Magnetismo.
- D** Termologia; Mecânica Quântica; Eletricidade; Magnetismo.
- E** Magnetismo; Mecânica Relativística; Eletricidade; Termologia.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Utilize as informações abaixo para responder à(s) questão(ões) a seguir.

A aplicação de campo elétrico entre dois eletrodos é um recurso eficaz para separação de compostos iônicos. Sob o efeito do campo elétrico, os íons são atraídos para os eletrodos de carga oposta.

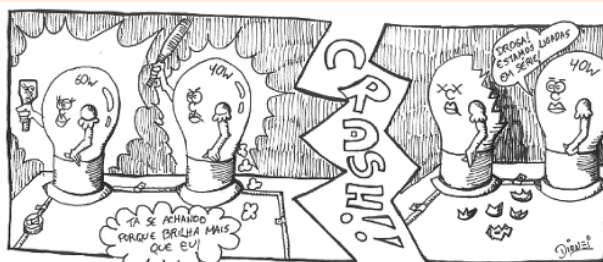
- 42 |** Admita que a distância entre os eletrodos de um campo elétrico é de 20 cm e que a diferença de potencial efetiva aplicada ao circuito é de 6 V.

Nesse caso, a intensidade do campo elétrico, em V/m, equivale a:

- A** 40
- B** 30
- C** 20
- D** 10

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Leia a charge a seguir e responda à(s) questão(ões).



(Disponível em: <<http://tirinhasdefisica.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 27 abr. 2016.)

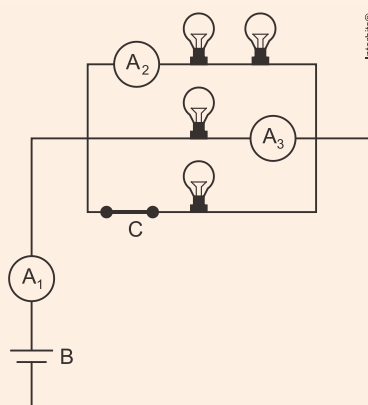
- 43 |** Com base na charge e nos conhecimentos sobre eletromagnetismo, é correto afirmar que a lâmpada de 40 W tem intensidade luminosa menor que a lâmpada de 60 W, pois a

- A** corrente elétrica que passa por ela é menor que a corrente que passa pela de 60 W.
- B** diferença de potencial (ddp) aferida na de 40 W é menor que na de 60 W.
- C** resistência à passagem de corrente elétrica é maior na de 60 W.
- D** resistência à passagem de corrente elétrica é maior na de 40 W.
- E** resistência e a corrente elétrica que passa por ela são menores que na de 60 W.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Considere o campo gravitacional uniforme.

- 44 |** Na figura abaixo, estão representadas quatro lâmpadas idênticas associadas por fios condutores ideais a uma bateria ideal **B**. Uma chave interruptora **C** e três amperímetros ideais também fazem parte do circuito. Na figura, a chave interruptora está inicialmente fechada, e os amperímetros A_1 , A_2 e A_3 medem intensidades de correntes elétricas, respectivamente, iguais a i_1 , i_2 e i_3 .





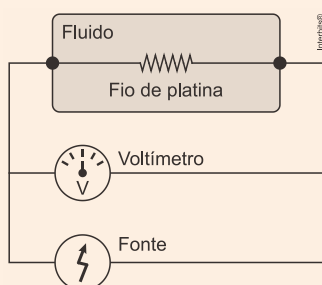
Quando a chave interruptora **C** é aberta, as leituras indicadas por **A**₁, **A**₂ e **A**₃ passam a ser, respectivamente,

- A** menor que i_1 , menor que i_2 e igual a i_3 .
- B** menor que i_1 , igual a i_2 e igual a i_3 .
- C** igual a i_1 , maior que i_2 e maior que i_3 .
- D** igual a i_1 , igual a i_2 e menor que i_3 .
- E** maior que i_1 , maior que i_2 e maior que i_3 .

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:

Nas questões com respostas numéricas, considere o módulo da aceleração da gravidade como $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, o módulo da carga do elétron como $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, o módulo da velocidade da luz como $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ e utilize $\delta = 3$.

- 45** | A medida da condutividade térmica de um fluido pode ser realizada com a técnica do fio quente. Nessa técnica, um fio de platina é esticado e imerso num reservatório com fluido. As extremidades do fio são conectadas a uma fonte de tensão autoajustável, para manter uma corrente constante circulando no circuito, e a um voltímetro em paralelo, conforme ilustra a figura a seguir. Quando a corrente passa pelo fio, a temperatura do fluido aumenta em razão do efeito joule. Sabendo-se que a resistência do fio aumenta linearmente com a temperatura, qual é a equação que descreve o comportamento da tensão, V , em função do tempo, t , medido quando o sistema está em equilíbrio térmico com o ambiente?



Considere que as dimensões do reservatório são muito maiores que as dimensões do fio.

- A** $V = \delta + \beta t$, com δ e β constantes.
- B** $V = \delta + \beta t^2$, com δ e β constantes.

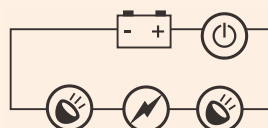
- C** $V = \delta$, com δ constante.
- D** $V = \delta + \beta \text{tg}(t)$, com δ constante.
- E** $V = \delta + \beta \text{sen}(t)$, com δ e β constantes.

- 46** | Tendo em vista a Lei Federal 13290/2016, que “Torna obrigatório o uso, nas rodovias, de farol baixo aceso durante o dia e dá outras providências...”, um estudante de ensino médio está propondo um circuito para um carro elétrico. Nesse veículo, o motorista liga lâmpadas resistivas e motor simultaneamente, evitando, assim, uma infração de trânsito de gravidade média na qual ele estaria sujeito, ainda, ao pagamento de multa no valor de **R\$ 85,13**. Das seguintes alternativas, qual permite ligar simultaneamente o motor e as lâmpadas na condição de máxima potência de funcionamento do sistema?

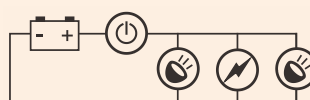
Legenda:  Motor de partida

 Interruptor  Lâmpada

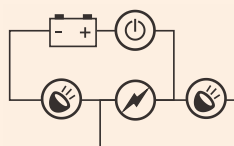
a)



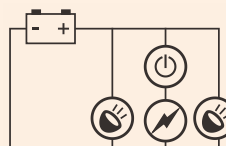
b)



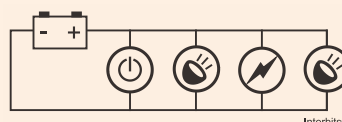
c)



d)



e)





GABARITO

01| B

Antes da troca

$$P = 10 \cdot 100 \Rightarrow P = 1.000 \text{ W}$$

$$E = P \cdot \Delta t \Rightarrow E = 1.000 \cdot 5 \cdot 30 \Rightarrow E = 150.000 \text{ Wh} \Rightarrow E = 150 \text{ kWh}$$

Depois da troca

$$P = 10 \cdot 20 \Rightarrow P = 200 \text{ W}$$

$$E = P \cdot \Delta t \Rightarrow E = 200 \cdot 5 \cdot 30 \Rightarrow E = 30.000 \text{ Wh} \Rightarrow E = 30 \text{ kWh}$$

Logo a economia foi de 120 kWh

$$1 \text{ kWh} \rightarrow \text{R\$ } 0,40$$

$$120 \text{ kWh} \rightarrow x$$

$$x = 0,4 \cdot 120 \Rightarrow x = 48 \text{ reais}$$

02| B

A energia calorífica total E é a soma do calor sensível Q_1 e do calor latente Q_2 , bem como, da potência elétrica P do fogão multiplicada pelo tempo Δt .

$$E = P \cdot \Delta t = Q_1 + Q_2$$

Cálculo do calor sensível para aquecimento da água até a ebulição:

Sabendo que 1 L de água é igual a 1 kg de água, então:

$$Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow Q_1 = 1 \text{ kg} \cdot 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (100 - 25) ^\circ\text{C} \therefore Q_1 = 315 \text{ kJ}$$

Cálculo do calor latente para a vaporização:

$$Q_2 = m \cdot L \Rightarrow Q_2 = 1 \text{ kg} \cdot 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \therefore Q_2 = 2256 \text{ kJ}$$

Calor total necessário para aquecimento e vaporização:

$$E = Q_1 + Q_2 \Rightarrow E = 315 + 2256 \therefore E = 2571 \text{ kJ}$$

Tempo necessário para todo o processo:

$$E = P \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{E}{P} \Rightarrow \Delta t = \frac{2571 \text{ kJ}}{2000 \text{ W}} = \frac{2571 \text{ kJ}}{2 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}} \Rightarrow \Delta t = 1285,5 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \therefore$$

$$\therefore \Delta t = 21,425 \text{ min}$$

03| B

$$Q_1 = m \cdot L \Rightarrow Q_1 = 10 \cdot 80 \Rightarrow Q_1 = 800 \text{ cal}$$

$$Q_2 = m \cdot c \cdot \Delta \theta \Rightarrow Q_2 = 10 \cdot 1 \cdot (40 - 0) \Rightarrow Q_2 = 400 \text{ cal}$$

$$Q_t = Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q_t = 1.200 \text{ cal} \Rightarrow Q_t = 4.800 \text{ J}$$

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P = \frac{4.800}{10 \cdot 60} \Rightarrow P = 8 \text{ J/s} \Rightarrow P = 8 \text{ W}$$

**04| A**

A faísca é formada pelo movimento de elétrons do objeto X para o objeto Y.

O módulo da carga transportada é:

$$|Q| = i\Delta t = 10^{-11} \times 0,5 \Rightarrow |Q| = 5 \times 10^{-12} \text{ C.}$$

Esse resultado mostra que toda a carga do objeto X foi transferida para o objeto Y. Porém o objeto Y está ligado à Terra, que absorve esses elétrons, sendo eles escoados através do fio, descarregando esse objeto Y.

Assim ambas as cargas finais são nulas:

$$Q_X = 0 \text{ e } Q_Y = 0.$$

05| B

$$F_1 = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

$$F_2 = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{(3d)^2} \Rightarrow F_2 = \frac{1}{9} \cdot \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

06| D

$$F = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d^2} \Rightarrow 9 = \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d^2} \quad (\text{i})$$

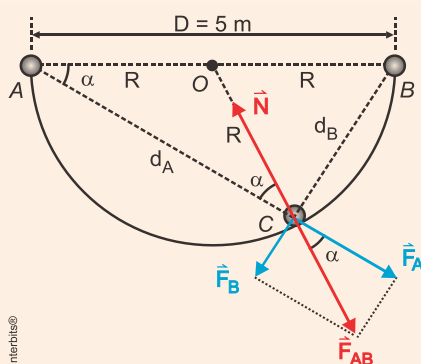
$$F' = \frac{k \cdot 5 \cdot q_1 \cdot 8 \cdot q_2}{d^2} \Rightarrow F' = 40 \cdot \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d^2} \quad (\text{ii})$$

Fazendo (i) $\div$ (ii), vem:

$$\frac{9}{F'} = \frac{\frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d^2}}{40 \cdot \frac{k \cdot q_1 \cdot q_2}{d^2}} \Rightarrow \frac{9}{F'} = \frac{1}{40 \cdot 1} \Rightarrow F' = 9 \cdot 40 \Rightarrow F' = 360 \text{ N}$$

07| B

A figura mostra a situação de equilíbrio da esfera C.



O triângulo OAC é isóscele, daí as igualdades de ângulos mostradas na figura. O triângulo ABC é retângulo, pois está inscrito num semicírculo. Logo as forças $\vec{F}_A$ e $\vec{F}_B$ são perpendiculares entre si.



Então:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{tg } \alpha = \frac{d_B}{d_A} \Rightarrow \frac{d_A}{d_B} = \frac{1}{\text{tg } \alpha} \quad (I) \\ \text{tg } \alpha = \frac{F_B}{F_A} = \frac{k Q_B Q_C / d_B^2}{k Q_A Q_C / d_A^2} \Rightarrow \text{tg } \alpha = \frac{Q_B}{Q_A} \cdot \left(\frac{d_A}{d_B} \right)^2 \quad (II) \end{array} \right\} \Rightarrow (I) \text{ em } (II) \Rightarrow$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{Q_B}{Q_A} \left(\frac{1}{\text{tg } \alpha} \right)^2 \Rightarrow \text{tg } \alpha = \frac{Q_B}{Q_A} \frac{1}{\text{tg}^2 \alpha} \Rightarrow \text{tg}^3 \alpha = \frac{Q_B}{Q_A} \Rightarrow \text{tg } \alpha = \sqrt[3]{\frac{1 \times 10^{-6}}{8 \times 10^{-6}}} \Rightarrow$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{1}{2} \quad (III)$$

Combinando (I) e (III):

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{tg } \alpha = \frac{d_B}{d_A} = \frac{1}{2} \Rightarrow d_A = 2 d_B \quad (IV) \\ \text{tg } \alpha = \frac{F_B}{F_A} = \frac{1}{2} \Rightarrow F_A = 2 F_B \quad (V) \end{array} \right.$$

Aplicando Pitágoras no triângulo ABC e usando (IV):

$$d_A^2 + d_B^2 = D^2 \Rightarrow (2 d_B)^2 + d_B^2 = D^2 \Rightarrow 5 d_B^2 = D^2 \Rightarrow d_B = \frac{D}{\sqrt{5}} \Rightarrow d_B = \frac{5}{\sqrt{5}} \text{ m.} \quad (V)$$

Pitágoras, novamente e usando (V):

$$F_{AB}^2 = F_A^2 + F_B^2 \Rightarrow F_{AB}^2 = (2 F_B)^2 + F_B^2 \Rightarrow F_{AB}^2 = 5 F_B^2 \Rightarrow F_{AB} = \sqrt{5} F_B \Rightarrow$$

$$F_{AB} = \sqrt{5} \frac{k Q_B Q_C}{d_B^2} \Rightarrow F_{AB} = \sqrt{5} \frac{4 \cdot \sqrt{5} \times 10^{-9} \cdot 1 \times 10^{-6} \cdot 5 \times 10^{-4}}{\left(\frac{5}{\sqrt{5}} \right)^2} = \frac{50}{25} \Rightarrow F_{AB} = 2 \text{ N.}$$

Como a esfera C está em equilíbrio:

$$N = F_{AB} = 2 \text{ N.}$$

08 | B

Do enunciado, a esfera 3 está eletrizada **negativamente**. Como a esfera 1 é repelida pela 3, ela também está eletrizada **negativamente**. Como a esfera 2 é atraída pelas outras duas, ou ela está eletrizada **positivamente**, ou está **neutra**.

Ilustrando:

Esfera 3	Esfera 1	Esfera 2
Negativa	Negativa	Positiva ou Neutra

**09 | D**

$$F_0 = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{R^2}$$

$$F' = k \cdot \frac{q_1 \cdot \frac{q_2}{2}}{\left(\frac{R}{4}\right)^2} \Rightarrow F' = k \cdot \frac{q_1 \cdot \frac{q_2}{2}}{\frac{R^2}{16}} \Rightarrow F' = 16 \cdot k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{2 \cdot R^2} \Rightarrow F' = 8 \cdot k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{R^2} \Rightarrow F' = 8 \cdot F_0$$

10 | A

Como as esferas são idênticas, após o contato elas adquirem cargas iguais.

$$Q' = \frac{2Q + 6Q}{2} = 4Q.$$

Aplicando a lei de Coulomb às duas situações, antes e depois do contato.

$$\left\{ \begin{array}{l} F_1 = \frac{k(2Q)(6Q)}{d^2} \Rightarrow F_1 = \frac{12kQ^2}{d^2} \\ F_2 = \frac{k(4Q)(4Q)}{(2d)^2} \Rightarrow F_2 = \frac{4kQ^2}{d^2} \end{array} \right\} \div \frac{F_1}{F_2} = \frac{12kQ^2}{d^2} \times \frac{d^2}{4kQ^2} \Rightarrow \boxed{F_1 = 3F_2.}$$

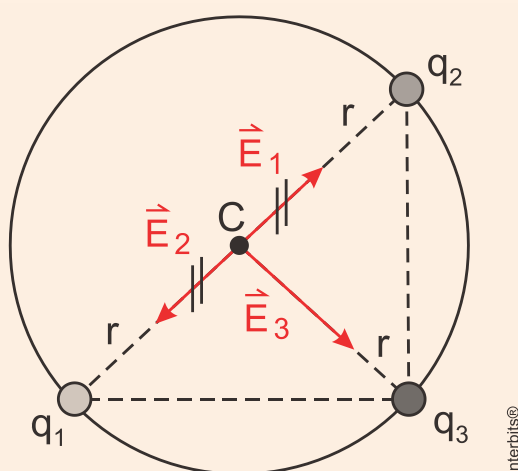
11 | E

O potencial elétrico de uma carga puntiforme é uma grandeza escalar dado pela expressão:

$$V = \frac{k_0 \cdot Q}{r}. \text{ Assim, o potencial elétrico resultante no centro } C \text{ da circunferência é:}$$

$$V_C = \frac{k_0 \cdot Q}{r} + \frac{k_0 \cdot Q}{r} + \frac{k_0 \cdot (-2Q)}{r} \Rightarrow \boxed{V_C = 0}$$

A figura mostra o vetor campo elétrico no centro C da circunferência devido a cada uma das cargas.



A intensidade do vetor campo elétrico resultante nesse ponto é:

$$E_C = E_3 = \frac{k_0 \cdot |q_3|}{r^2} = \frac{k_0 \cdot |-2Q|}{r^2} \Rightarrow \boxed{E_C = \frac{2 \cdot k_0 \cdot Q}{r^2}}$$

**12 | D**

Análise das afirmativas:

[I] Falsa. O vetor campo elétrico resultante no centro do hexágono regular (ponto A) é nulo, pois as cargas apresentam mesmo módulo, sinal e distância em relação ao ponto central.

[II] Verdadeira. O trabalho é dado por: $W = q \cdot V_A - V_\infty$.

No centro do hexágono, correspondente ao ponto A, o seu potencial elétrico é:

$$V_A = 6 \cdot \frac{KQ}{R}$$

Logo, o trabalho será: $W = q \cdot \left(6 \cdot \frac{KQ}{R} - 0 \right) \therefore W = 6 \cdot \frac{KQq}{R}$

[III] Verdadeira. Assim como o vetor campo elétrico é nulo no centro da figura, a força resultante também é nula.

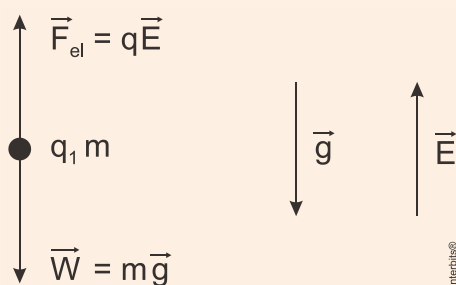
13 | E

- O vetor indução magnética é tangente à linha de indução magnética em cada ponto do campo, e no mesmo sentido que ela: do polo norte para o polo sul fora do ímã e do sul para o norte dentro do ímã.
- Quando uma partícula eletrizada desloca-se num campo magnético, com velocidade não paralela às linhas, surge sobre ela uma força magnética cuja direção é perpendicular à do vetor indução magnética em cada ponto.
- As linhas de força do campo elétrico são linhas abertas, originadas em cargas positivas ou no infinito e terminando em cargas negativas ou no infinito, sempre orientadas no sentido dos potenciais decrescentes.
- No campo elétrico uniforme, as linhas de força são retas paralelas, igualmente espaçadas e todas orientadas no sentido dos potenciais decrescentes.

14 | B

$$V = E \cdot d$$

$$d = \frac{V}{E} \Rightarrow d = \frac{100}{50} \Rightarrow d = 2,0 \text{ m}$$

15 | D

A partícula está em equilíbrio sob ação de duas forças: a força elétrica $\vec{F}_{el}$, provocada pelo campo $\vec{E}$; e a força peso $\vec{W}$.

Para que $\vec{F}_{el}$ equilibre $\vec{W}$, é necessário que seja vertical e ascendente, conforme a figura.

Assim, $\vec{F}_{el}$ e $\vec{E}$ possuem mesmo sentido, do que se conclui que $q > 0$.

Do equilíbrio das forças, tem-se que:



$$F_{el} = W \Rightarrow qE = mg \Rightarrow q = \frac{mg}{E} \quad (1)$$

Substituindo-se os valores numéricos em (1), tem-se que:

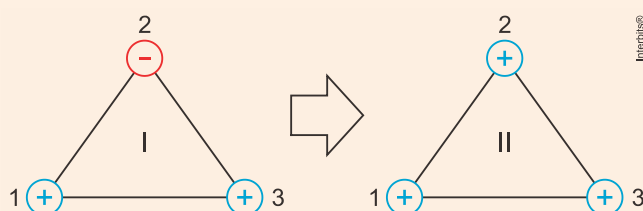
$$q = \frac{10^{-6} \times 10}{10^5} = 10^{-10} \text{ C}$$

Convertendo-se o valor para μC , tem-se:

$$q = 10^{-10} \cancel{\text{C}} \times \frac{10^6 \text{ } \mu\text{C}}{1 \cancel{\text{C}}} = 10^{-4} \text{ } \mu\text{C}$$

16 | D

O diagrama abaixo ilustra o corrido desde o sistema inicial em I até a troca da carga negativa em II.



A energia potencial elétrica é calculada de duas em duas cargas e somadas nos informam a energia potencial elétrica total do sistema, de acordo com a expressão:

$$E_{pe} = \frac{kq_1q_2}{r}$$

Então, para o estado inicial:

$$E_{peI} = \frac{k}{r} q \cdot -q + -q \cdot q + q \cdot q = \frac{k}{r} -q^2 = -\frac{kq^2}{r}$$

Substituindo a carga negativa pela positiva, temos:

$$E_{peII} = \frac{k}{r} q \cdot q + q \cdot q + q \cdot q = \frac{k}{r} 3q^2 = 3\frac{kq^2}{r}$$

Finalmente, fazendo a variação da energia potencial elétrica, resulta:

$$\Delta E_{pe} = 3\frac{kq^2}{r} - \left(-\frac{kq^2}{r}\right) \therefore \Delta E_{pe} = 4\frac{kq^2}{r}$$

17 | B

O enunciado sugere $Q > 0$.

Como o vetor campo elétrico na diagonal que liga $-Q$ e q_1 é nulo, tem-se que $q_1 = -Q$. A distância de cada

vértice ao centro O do quadrado é $\frac{\ell\sqrt{2}}{2}$. Então, o potencial elétrico em O é:

$$V_O = \frac{2kQ}{\ell\sqrt{2}} - \frac{2kQ}{\ell\sqrt{2}} - \frac{2kQ}{\ell\sqrt{2}} + \frac{2kq_2}{\ell\sqrt{2}} \Rightarrow V_O = \frac{2kq_2}{\ell\sqrt{2}} - \frac{2kQ}{\ell\sqrt{2}}$$



Se o vetor campo elétrico na diagonal que liga $+Q$ e q_2 aponta para q_2 , têm-se duas hipóteses:

- $q_2 < 0$. O potencial elétrico em O é **negativo**.
- $q_2 > 0$ e $|q_2| < Q$. Então: $\frac{2kq_2}{\ell\sqrt{2}} < \left| \frac{2kQ}{\ell\sqrt{2}} \right|$. O potencial elétrico em O é **negativo**.

18| E

Dados para o campo elétrico: $U = 100 \text{ V}$; $q = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$.

No campo elétrico, a força elétrica é a resultante, podendo ser aplicado o teorema da energia cinética. Supondo que a partícula tenha partido do repouso, vem:

$$W_R = \Delta E_C \Rightarrow qU = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{2qU}{m} \quad \text{(I)}$$

Dados para o campo magnético: $B = 2 \times 10^{-2} \text{ T}$; $q = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$; $R = 20 \text{ cm} = 2 \times 10^{-1} \text{ m}$.

No campo magnético, a trajetória da partícula é circular uniforme, e força magnética age como resultante centrípeta.

$$F_{\text{mag}} = F_{\text{cent}} \Rightarrow qvB = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow v = \frac{qBR}{m} \Rightarrow v^2 = \frac{q^2 B^2 R^2}{m^2} \quad \text{II}$$

Igualando (I) e (II):

$$\frac{2qU}{m} = \frac{q^2 B^2 R^2}{m^2} \Rightarrow m = \frac{R^2 B^2 q}{2U} = \frac{(2 \times 10^{-1})^2 \times (2 \times 10^{-2})^2 \times 5 \times 10^{-6}}{2 \times 100} \Rightarrow$$

$$m = \frac{4 \times 10^{-2} \times 4 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-6}}{2 \times 10^2} \Rightarrow \boxed{m = 4 \times 10^{-13} \text{ kg}}$$

19| ANULADA

Questão anulada no gabarito oficial.

Como $Q = VC$, o módulo da carga elétrica armazenada inicialmente em cada capacitor é dado por:

$$Q_1 = 10 \cdot 2 \cdot 10^{-9} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

$$Q_2 = 10 \cdot 4,5 \cdot 10^{-9} = 4,5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

Sendo fechada a chave S , Q_1 perderá uma carga ΔQ devido à inversão de polaridade, e Q_2 ganhará uma carga de mesmo valor devido ao princípio de conservação de carga elétrica. Como a soma da tensão sobre os capacitores deverá equivaler a tensão total de 10 V , podemos equacionar:

$$V_1 + V_2 = 10 \Rightarrow -\frac{Q_1 - \Delta Q}{C_1} + \frac{Q_2 + \Delta Q}{C_2} = 10 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\frac{2 \cdot 10^{-8} - \Delta Q}{2 \cdot 10^{-9}} + \frac{4,5 \cdot 10^{-8} + \Delta Q}{4,5 \cdot 10^{-9}} = 10 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -4,5 \cdot (2 \cdot 10^{-8} - \Delta Q) + 2 \cdot (4,5 \cdot 10^{-8} + \Delta Q) = 9 \cdot 10^{-8} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -9 \cdot 10^{-8} + 4,5\Delta Q + 9 \cdot 10^{-8} + 2\Delta Q = 9 \cdot 10^{-8} \Rightarrow$$

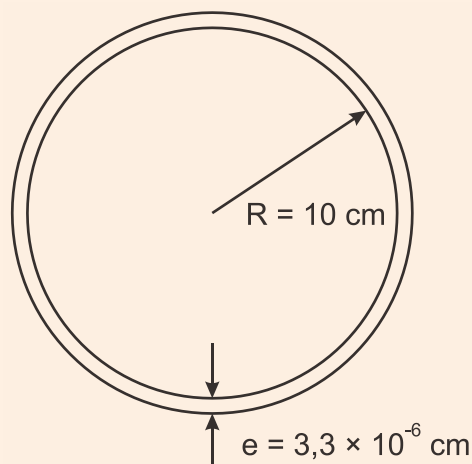
$$\Rightarrow 6,5\Delta Q = 9 \cdot 10^{-8}$$

$$\therefore \Delta Q = 13,846 \text{ nC}$$

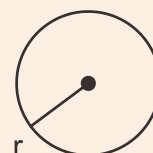


Portanto, o capacitor C_1 tem uma variação de $-13,846 \text{ nC}$, valor este que não consta em nenhuma das alternativas.

20 | E



Bolha de sabão,
antes do estouro



Gota esférica do
fluido de sabão,
após o estouro

Interbits®

Sendo a capacitância C da esfera condutora no ar proporcional ao raio, tem-se que:

$$C = kR \quad (1)$$

Por definição, a capacitância é dada por:

$$C = \frac{Q}{U} \quad (2)$$

sendo Q a carga acumulada e U o potencial elétrico.

Combinando-se (1) e (2), tem-se que:

$$\frac{Q}{U} = kR \Rightarrow UR = \frac{Q}{k} \quad (3)$$

Como Q e k não variam, o produto UR é uma grandeza constante.

Sendo U' o potencial da gota esférica após o estouro da bolha, conclui-se que:

$$UR = U'r \Rightarrow U' = \frac{R}{r}U \quad (4)$$

O raio r da gota é calculado considerando que não houve variação do volume do fluido de sabão, ou seja:

$$\begin{aligned} V_{\text{fluido, bolha}} &= V_{\text{fluido, gota}} \Rightarrow 4\pi R^2 e = \frac{4\pi}{3} r^3 \Rightarrow \\ \Rightarrow r^3 &= 3 e R^2 = 3 \times 3,3 \times 10^{-6} \times 10^2 = 0,99 \times 10^{-3} \approx 10^{-3} \Rightarrow \\ \Rightarrow r &\approx 10^{-1} \text{ cm} \quad (5) \end{aligned}$$

Logo, partindo-se de (4), tem-se que:

$$U' = \frac{R}{r}U \Rightarrow U' = \frac{10}{10^{-1}} \times 100 = 10^4 \text{ V} = 10 \text{ kV}$$

**21| C**

A carga elétrica é dada pelo produto da corrente elétrica pelo tempo, de acordo com a equação:

$$Q = i \cdot \Delta t \quad Q = i \cdot \Delta t$$

Mas também a carga elétrica pode ser calculada pelo total de elétrons que circulou multiplicado pela carga elementar

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C, portanto:}$$

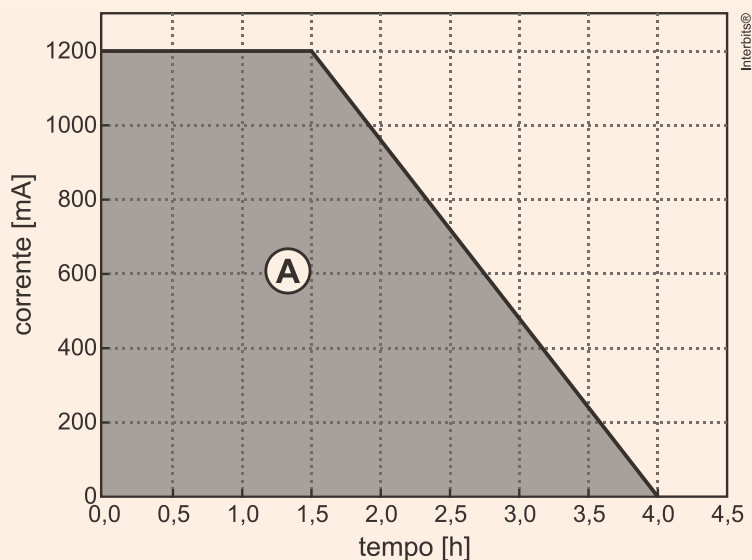
$$Q = n \cdot e$$

Igualando as duas equações, podemos calcular o número de elétrons para uma determinada corrente e um dado tempo em segundos.

$$n \cdot e = i \cdot \Delta t \Rightarrow n = \frac{i \cdot \Delta t}{e} \Rightarrow n = \frac{0,1 \text{ A} \cdot 2 \text{ min} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \therefore n = 7,5 \cdot 10^{19} \text{ elétrons}$$

22| B

A carga final é numericamente igual a área do trapézio, destacada na figura.



$$Q = A = \frac{4 + 1,5}{2} \times 1200 = 3.300 \text{ mAh} = (3.300 \times 10^{-3} \text{ A}) \cdot (3,6 \times 10^3 \text{ s}) = 11.880 \text{ As} \Rightarrow$$

$$Q = 11.880 \text{ C.}$$

23| D

Supondo a curva pertencente a R_x como sendo a de menor inclinação, para $i_x = 0,6 \text{ A}$, obtemos $V_x = 8 \text{ V}$, logo:

$$R_x = \frac{8 \text{ V}}{0,6 \text{ A}} = \frac{40}{3} \Omega$$

Para a outra curva, para $i_y = 0,7 \text{ A}$, obtemos $V_y = 12 \text{ V}$, logo:

$$R_y = \frac{12 \text{ V}}{0,7 \text{ A}} = \frac{120}{7} \Omega$$



Como os resistores estão associados em paralelo, a resistência equivalente será dada por:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_x} + \frac{1}{R_y} = \frac{3}{40} + \frac{7}{120} \Rightarrow R_{eq} = 7,5 \, \Omega$$

Portanto, a corrente i_c fornecida pelo gerador ao circuito será:

$$12 = 7,5 \cdot i_c$$

$$\therefore i_c = 1,6 \, A$$

24| B

$$i = \frac{q}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{n \cdot e}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{4,0 \cdot 10^{18} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{20} \Rightarrow i = 0,032 \Rightarrow i = 3,2 \cdot 10^{-2} \, A$$

25| D

Na saída do carregador têm-se:

$$U = 5 \, V; i = 1,3 \, A.$$

A potência máxima que o carregador pode fornecer é:

$$P_{\max} = Ui = 5 \cdot 1,3 \Rightarrow \boxed{P_{\max} = 6,5 \, W.}$$

A carga máxima da bateria é:

$$Q_{\max} = 1.650 \text{ mAh} = (1.650 \times 10^{-3} \, A) \cdot (3,6 \times 10^3 \, s) \Rightarrow Q_{\max} = 5.940 \, As \Rightarrow$$

$$\boxed{Q_{\max} = 5.940 \, C.}$$

26| B

Tendo duas resistências R em paralelo, a resistência equivalente será $R/2$, se dobramos a resistência pra $2R$, então teremos uma nova resistência equivalente igual a R . Sendo i_1 a nova corrente do circuito, temos:

$$i = \frac{V}{R}$$

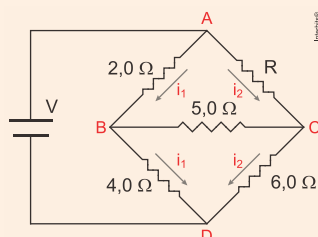
$$i_0 = \frac{V}{\frac{R}{2}} \Rightarrow i_0 = 2 \cdot i \Rightarrow i = \frac{i_0}{2}$$

$$i_1 = \frac{V}{R} \Rightarrow i_1 = i$$

$\therefore$

$$i_1 = \frac{i_0}{2}$$

27| B





$$V_{AB} = V_{AC}$$

$$2 \cdot i_1 = R \cdot i_2$$

$$R = \frac{2 \cdot i_1}{i_2} \quad (i)$$

$$V_{BC} = V_{CD}$$

$$4 \cdot i_1 = 6 \cdot i_2$$

$$i_1 = 1,5 \cdot i_2 \quad (ii)$$

Substituindo (ii) em (i), temos:

$$R = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot i_2}{i_2} \Rightarrow R = 3 \, \Omega$$

28| A

Gabarito Oficial: [D]

Gabarito SuperPro®: [A]

Questão de resolução muito simples, bastando aplicar a 1ª Lei de Ohm ao trecho onde o resistor apresenta o comportamento linear no gráfico.

$$U = R \cdot i \Rightarrow R = \frac{U}{i} \Rightarrow R = \frac{24 \, \text{V}}{8 \, \text{mA}} \Rightarrow R = \frac{24 \, \text{V}}{8 \cdot 10^{-3} \, \text{A}} \Rightarrow R = 3 \cdot 10^3 \, \Omega \therefore R = 3 \, \text{k}\Omega$$

29| C

$$V = R \cdot i$$

$$R = \frac{V}{i} \Rightarrow R = \frac{3}{500 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow R = \frac{3}{0,5} \Rightarrow R = 6 \, \Omega$$

Como a fonte foi feita pra funcionar com 12 V e não com 9 V, precisamos colocar uma resistência em série com o aparelho, já que nesse circuito em série a d.d.p. total é definida como $V_t = V_1 + V_2$, onde $V_1 = 3 \, \text{V}$ e $V_2 = 9 \, \text{V}$.

Ou seja, precisamos colocar uma resistência por onde passe 500 mA e que tenha uma diferença de potencial de 3 V. Dessa forma a fonte irá funcionar com 9 V e 500 mA.

30| A

Nesse caso, temos uma bateria ideal (resistência interna desprezível) que irá fornecer sempre a mesma diferença de potencial, sigla ddp, caso contrário, poderia queimar o equipamento.

O que pode gerar dúvida na questão é confundir o consumo de energia da bateria com a ddp fornecida por ela. Para exemplificar, pode-se utilizar o exemplo de uma pilha que, com o passar do tempo, terá menos energia química para converter em energia elétrica e, quanto maior a quantidade de corrente que o equipamento precisar, mais rápido a pilha vai acabar.

Entretanto, se a pilha for colocada em um controle remoto, num console ou num aquecedor a gás (para gerar a centelha), por exemplo, a ddp fornecida sempre será a mesma, independentemente da quantidade de corrente elétrica que aquele aparelho precise.

31| C

Pelas especificações técnicas, a lâmpada L_1 , ao ser alimentada por uma tensão de 30 V, deverá consumir 60 W. Para a mesma tensão, L_2 deverá consumir 30 W.



A potência pode ser expressa conforme as equações (1) e (2), a seguir:

$$P = VI \quad (1)$$

ou, tendo em conta que $I = \frac{V}{R}$:

$$P = VI = V \left(\frac{V}{R} \right) = \frac{V^2}{R} \quad (2)$$

Conclui-se que, segundo as especificações:

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{P_1}{V_1} = \frac{60 \text{ W}}{30 \text{ V}} = 2 \text{ A} \\ I_2 &= \frac{P_2}{V_2} = \frac{30 \text{ W}}{30 \text{ V}} = 1 \text{ A} \end{aligned} \quad (3)$$

sendo I_1 e I_2 as correntes que devem alimentar as lâmpadas L_1 e L_2 , respectivamente.

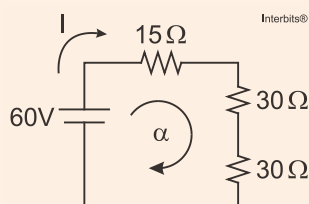
Da equação (2), conclui-se que:

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{V_1^2}{P_1} = \frac{30^2}{60} = 15 \Omega \\ R_2 &= \frac{V_2^2}{P_2} = \frac{30^2}{30} = 30 \Omega \end{aligned} \quad (4)$$

sendo R_1 e R_2 as resistências das lâmpadas L_1 e L_2 , respectivamente.

Com base nos valores das correntes especificadas para cada lâmpada e nos valores calculados das resistências, cada alternativa será analisada.

[A] Incorreta. O circuito pode ser redesenhada da seguinte forma equivalente:

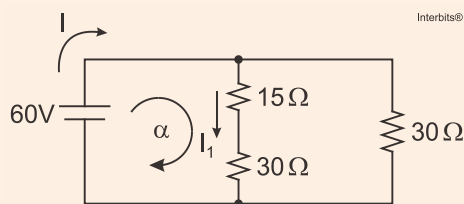


$$60 = (15 + 30 + 30)I$$

$$\therefore I_1 = I_2 = I = \frac{60}{75} = 0,8 \text{ A}$$

Como se pode observar, as correntes I_1 e I_2 não possuem os valores especificados, conforme a equação (3).

[B] Incorreta.



Aplicando-se a lei das malhas para a malha α , tem-se:

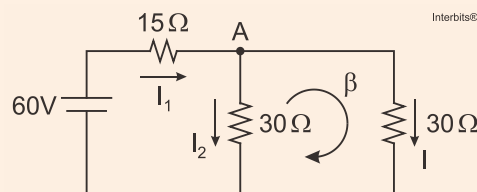
$$60 - 15 I_1 - 30 I_1 = 0 \Rightarrow I_1 = \frac{60}{45} \cong 1,3 \text{ A}$$

Como a corrente I_1 , que passa por L_1 , também passa por L_2 , conclui-se que:

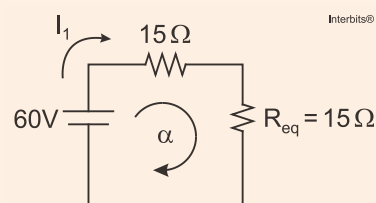
$$I_2 = I_1 \cong 1,3 \text{ A}$$

Esses valores das correntes I_1 e I_2 não correspondem aos valores especificados na equação (3).

[C] Correta.



O circuito pode ser simplificado para:



uma vez que:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{30} + \frac{1}{30} = \frac{2}{30} = \frac{1}{15} \Rightarrow R_{eq} = 15 \Omega$$

Aplicando-se a lei das malhas em α no circuito simplificado, tem-se que:

$$60 - 15 I_1 - R_{eq} I_1 = 0$$

$$I_1 = \frac{60}{15 + 15} = \frac{60}{30} = 2 \text{ A}$$

Aplicando-se a lei das malhas em β no circuito original, tem-se que:

$$30 I_2 - 30 I = 0 \Rightarrow I_2 = I \quad (5)$$



Aplicando-se lei dos nós no nó A do circuito original, tem-se que:

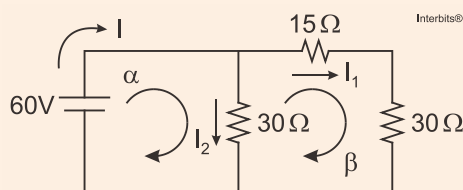
$$I_1 = I_2 + I \quad (6)$$

Das equações (5) e (6), conclui-se que:

$$I_2 = \frac{I_1}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ A}$$

Em suma: $I_1 = 2 \text{ A}$ e $I_2 = 1 \text{ A}$, que são valores especificados na equação (3). Logo, a alternativa [C] é a resposta correta.

[D] Incorreta.



Aplicando-se a lei das malhas em α , tem-se que:

$$60 - 30 I_2 = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{60}{30} = 2 \text{ A}$$

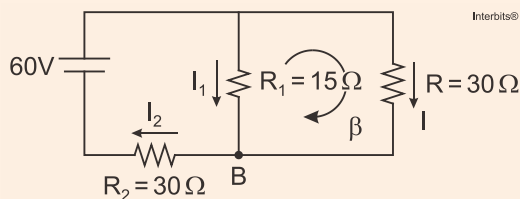
Da malha β , tem-se que:

$$30 I_2 - 15 I_1 - 30 I_1 = 0 \Rightarrow$$

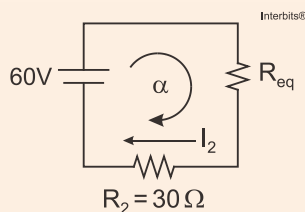
$$\Rightarrow I_1 = \frac{30 I_2}{15 + 30} = \frac{30 \times 2}{45} \cong 1,3 \text{ A}$$

Vê-se que nenhum dos valores obtidos para as correntes correspondem ao especificado nas equações (3).

[E] Incorreta.



O circuito por ser simplificado da seguinte forma:



Sendo que:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{15} + \frac{1}{30} = \frac{2+1}{30} = \frac{3}{30} = \frac{1}{10} \Rightarrow R_{eq} = 10 \Omega$$



Aplicando-se a lei das malhas em α , tem-se que:

$$60 - R_{eq} I_2 - 30 I_2 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{60}{30 + R_{eq}} = \frac{60}{30 + 10} = 1,5 \text{ A}$$

Da malha β do circuito original, tem-se que:

$$15 I_1 - 30 I = 0 \Rightarrow I = \frac{I_1}{2} \quad (7)$$

Aplicando-se a lei dos nós em B (circuito original), tem-se que:

$$I_2 = I_1 + I \quad (8)$$

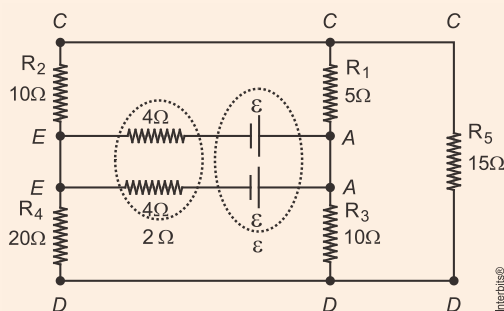
Combinando-se (7) e (8) chega-se ao seguinte resultado:

$$I_2 = I_1 + I = I_1 + \frac{I_1}{2} = \frac{3}{2} I_1 \Rightarrow I_1 = \frac{2}{3} I_2 = \frac{2}{3} \times 1,5 = 1 \text{ A}$$

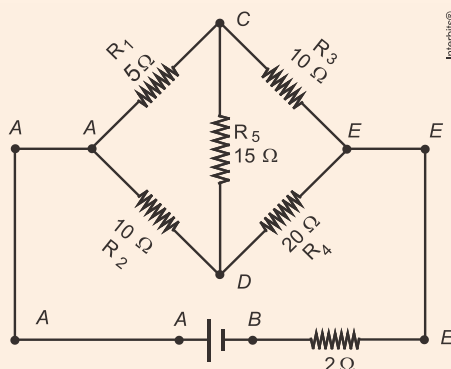
Conclui-se assim que os valores obtidos para I_1 e I_2 não correspondem aos valores especificados.

32 | C

Nomeando os nós e os resistores:



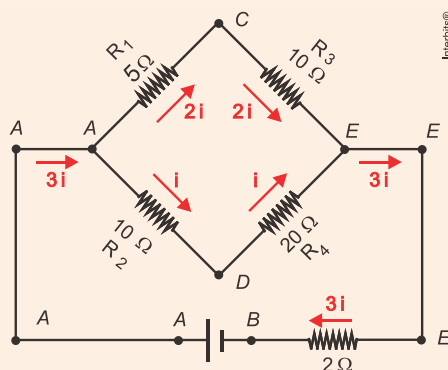
Redesenhando e fazendo as simplificações convenientes.



Analisando essa nova configuração, vê-se que há uma ponte de Wheatstone em equilíbrio entre os nós A e E, pois:

$$R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3 = 100 \Omega.$$

Assim, o resistor R_5 pode ser eliminado, pois não passa corrente por ele. A figura a seguir mostra uma nova simplificação e as intensidades relativas das correntes.



As potências dissipadas são:

$$\begin{cases} P_1 = 5(2i)^2 = 20i^2 \\ P_2 = 10i^2 \\ P_3 = 10(2i)^2 = 40i^2 \\ P_4 = 20i^2 \end{cases}$$

Nota-se, então, que o resistor que dissipa maior potência é R_3 . Assim:

$$P_3 = 10 \Rightarrow 40i^2 = 10 \Rightarrow i^2 = \frac{1}{4} \Rightarrow i = 0,5 \text{ A.}$$

A corrente total no circuito é:

$$I = 3i = 3(0,5) \Rightarrow I = 1,5 \text{ A.}$$

Aplicando a Lei de Ohm-Pouillet:

$$\varepsilon = R_{\text{eq}} I \Rightarrow \varepsilon = \left(\frac{15 \cdot 30}{15 + 30} + 2 \right) 1,5 \Rightarrow \boxed{\varepsilon = 18 \text{ V.}}$$

33 | E

A quantidade de corrente que passa em cada lâmpada permanecerá a mesma, pois em um circuito em paralelo, com todas as lâmpadas possuindo a mesma resistência, a quantidade de corrente em cada lâmpada sempre será a mesma.

O que acontecerá é que o gerador vai precisar enviar menos corrente elétrica e, conseqüentemente, o dono do escritório irá pagar uma conta de luz menor (caso ele não troque a lâmpada).

34 | A

Corrente do circuito quando o dimer está inoperante (sua resistência é nula):

$$P_L = U \cdot i \Rightarrow i = \frac{P_L}{U} \Rightarrow i = \frac{24 \text{ W}}{12 \text{ V}} \therefore i = 2 \text{ A}$$

Resistência da lâmpada:

$$U = R \cdot i \Rightarrow R = \frac{U}{i} \Rightarrow R = \frac{12 \text{ V}}{2 \text{ A}} \therefore R = 6 \Omega$$

Para a lâmpada dissipando 81% de sua potência, calculamos a corrente e a tensão na lâmpada:



$$P_L = R \cdot i^2 \Rightarrow 24 \cdot 0,81 = 6 \cdot i^2 \Rightarrow i = \sqrt{\frac{24 \cdot 0,81}{6}} \therefore i = 1,8 \text{ A}$$

$$U_L = R_L \cdot i \Rightarrow U_L = 6 \cdot 1,8 \therefore U_L = 10,8 \text{ V}$$

Logo, a tensão no dimer para essa condição é:

$$U_D = U_{\text{bat}} - U_L \Rightarrow U_D = 12 - 10,8 \therefore U_D = 1,2 \text{ V}$$

E, finalmente a potência dissipada no dimer é:

$$P_D = U_D \cdot i \Rightarrow P_D = 1,2 \cdot 1,8 \therefore P_D = 2,16 \text{ W}$$

35| B

$$P = 20 \text{ W} \Rightarrow P = 20 \text{ J/s}$$

$$1 \text{ dia} \rightarrow 24 \text{ h} \times 60 \text{ min} \times 60 \text{ s}$$

$$1 \text{ dia} = 86.400 \text{ s}$$

$$E = P \cdot \Delta t$$

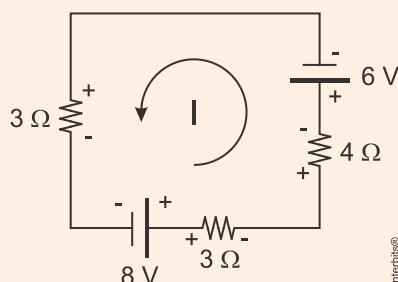
$$E = 20 \cdot 86.400$$

$$E = 1.728.000 \text{ J}$$

$$E \cong 1,7 \cdot 10^6 \text{ J}$$

36| A

Para se obter a potência elétrica dissipada no resistor de 4Ω é necessário calcular a corrente elétrica do circuito:



Aplicando-se a segunda Lei de Kirchhoff (Lei das Tensões ou Lei das Malhas) no sentido da corrente (definida hipoteticamente) tem-se que:

$$0 + 8 - 3I - 4I - 6 - 3I = 0$$

$$10I = 2$$

$$I = 0,2 \text{ A}$$

A potência dissipada no resistor de 4Ω é dada por:

$$P_d = RI^2 = 4 \times 0,2^2$$

$$P_d = 0,16 \text{ W}$$

37| B

Como as duas primeiras alternativas envolvem o rendimento, calculamos:

$$\eta = \frac{\text{Energia útil}}{\text{Energia total}}$$



A energia útil é 12 Wh e a Energia total é 15 Wh, logo:

$$\eta = \frac{12 \text{ Wh}}{15 \text{ Wh}} \therefore \eta = 0,80 \text{ ou } 80\%$$

38| C

Cálculos das resistências equivalentes:

[I] 3 resistores em série ligados em paralelo com outro: $R_{eq} = \frac{3R \cdot R}{3R + R} = \frac{3R}{4}$

[II] Ligação em paralelo onde cada ramo tem dois resistores em série: $R_{eq} = \frac{2R}{2} = R$

[III] 2 resistores em paralelo ligados com outros 2 resistores em série: $R_{eq} = \frac{R}{2} + 2R = \frac{5R}{2}$

[IV] Todos os resistores ligados em paralelo: $R_{eq} = \frac{R}{4}$

Portanto, a menor R_{eq} é da afirmativa [IV] e a maior é da afirmativa [III].

39| A

Cálculo da resistência equivalente:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} \therefore R_{eq} = \frac{R}{2}$$

Cálculo da potência dissipada:

$$P = V^2/R \Rightarrow P = V^2/R/2 \therefore P = 2V^2/R$$

40| D

Primeiramente vamos calcular as resistências equivalentes para os dois casos:

Situação 1: circuito em paralelo com cada ramos contendo uma série.

$$R_{eq1} = \frac{2R \cdot 4R}{2R + 4R} = \frac{4}{3}R$$

Situação 2: dois circuitos idênticos em paralelo ligados em série entre si.

$$R_{eq2} = 2 \cdot \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} = 2 \cdot \frac{2}{3}R = \frac{4}{3}R$$

As resistências equivalentes dos dois circuitos são exatamente iguais.

Analisando as alternativas na ordem em que aparecem, temos:

[V] Se as resistências são iguais para os dois casos, então as intensidades das correntes elétricas também serão iguais.

[F] Vimos pelos cálculos de resistência equivalente que as resistências são iguais.

[F] A intensidade da corrente elétrica nas duas situações será a mesma, pois as resistências equivalentes são iguais.



[F] A diferença de potencial entre o ramo A e B na situação 1 será igual a zero, pois no circuito em paralelo a tensão é constante, sendo assim a diferença de potencial é nula.

41 | E

[I] O magnetismo trata da repulsão e atração dos ímãs, muito utilizados para orientação geográfica nas bússolas, que utilizam agulhas imantadas sob a influência do campo magnético da Terra.

[II] A mecânica relativística estuda os conceitos relativos entre espaço e tempo para observadores em referenciais diferentes que terão percepções distintas em relação ao mesmo objeto estudado.

[III] Os fenômenos associados ao estudo das cargas elétricas estáticas e dinâmicas estão reservados para a eletricidade.

[IV] A termologia estuda os fenômenos associados com as trocas de calor, temperatura, escalas de temperatura, gases, calorimetria e dilatação térmica.

42 | B

$$Ed = U \Rightarrow E = \frac{U}{d} = \frac{6}{0,2} \Rightarrow E = 30 \text{ V/m.}$$

43 | ANULADA

Questão anulada no gabarito oficial.

A questão apresenta duas respostas corretas.

Análise das alternativas:

[A] **Falsa:** Num circuito em série a corrente elétrica é constante, portanto, ambas lâmpadas tem a mesma corrente elétrica.

[B] **Verdadeira:** A diferença de potencial é diretamente proporcional à potência.

[C] **Verdadeira:** A resistência é diretamente proporcional à potência.

[D] **Falsa:** Idem [C].

[E] **Falsa:** A resistência é menor e a corrente é a mesma.

44 | B

Para o **circuito fechado**, sendo a tensão da bateria igual a U , calcula-se a resistência equivalente R_{eq} , e as intensidades das correntes i_1 , i_2 e i_3 .

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{5}{2R} \therefore R_{eq} = \frac{2R}{5}$$

$$i_1 = \frac{U}{\frac{2R}{5}} \therefore i_1 = \frac{5U}{2R}$$

$$i_2 = \frac{U}{2R}$$

$$i_3 = \frac{U}{R}$$



Para o **circuito aberto**, repetem-se os cálculos para fins de comparação:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{3}{2R} \therefore R_{eq} = \frac{2R}{3}$$

Há um aumento da resistência do circuito, portanto a corrente i_1 nova se reduz.

$$i_1 = \frac{U}{\frac{2R}{3}} \therefore i_1 = \frac{3U}{2R}$$

$$i_2 = \frac{U}{2R}$$

$$i_3 = \frac{U}{R}$$

Contudo, as correntes i_2 e i_3 não sofrem alteração em relação ao circuito fechado.

45 | C

Pela Primeira Lei de Ohm, a tensão elétrica U varia linearmente com a corrente i , sendo a resistência R a constante de proporcionalidade, que é função da temperatura T .

$$U = R \cdot T \cdot i$$

Para a situação descrita, a tensão elétrica é regulável de modo que a corrente fique constante, portanto temos i constante.

E, quando o sistema está em equilíbrio com o ambiente, significa que a temperatura é constante e que também a resistência R é constante.

Então, sendo a tensão dependente da resistência e da corrente, mas com ambos constantes, significa que a mesma também será constante.

Logo, $U = \delta$, com δ constante.

46 | B

Para maximizar a potência de funcionamento do sistema, deveremos ter a máxima corrente e a menor resistência possível, levando em conta que o circuito do automóvel tem tensão constante. O tipo de circuito que possui a menor resistência é o paralelo para todos os equipamentos. Logo, a resposta correta é letra [B].HHHHH

01 | Radares são emissores e receptores de ondas de rádio e têm aplicações, por exemplo, na determinação de velocidades de veículos nas ruas e rodovias. Já os sonares são emissores e receptores de ondas sonoras, sendo utilizados no meio aquático para determinação da profundidade dos oceanos, localização de cardumes, dentre outras aplicações.

Comparando-se as ondas emitidas pelos radares e pelos sonares, temos que:

- A** as ondas emitidas pelos radares são mecânicas e as ondas emitidas pelos sonares são eletromagnéticas.
- B** ambas as ondas exigem um meio material para se propagarem e, quanto mais denso for esse meio, menores serão suas velocidades de propagação.
- C** as ondas de rádio têm oscilações longitudinais e as ondas sonoras têm oscilações transversais.
- D** as frequências de oscilação de ambas as ondas não dependem do meio em que se propagam.
- E** a velocidade de propagação das ondas dos radares pela atmosfera é menor do que a velocidade de propagação das ondas dos sonares pela água.

02 | A tabela abaixo apresenta a frequência f de três diapásões.

Diapasão	f (Hz)
d_1	264
d_2	352
d_3	440

Considere as afirmações abaixo.

- I. A onda sonora que tem o maior período é a produzida pelo diapásão d_1 .
- II. As ondas produzidas pelos três diapásões, no ar, têm velocidades iguais.

III. O som mais grave é o produzido pelo diapásão d_3 .

Quais estão corretas?

- A** Apenas I.
- B** Apenas II.
- C** Apenas III.
- D** Apenas I e II.
- E** I, II e III.

03 | Isaac Newton é reconhecido como um dos grandes gênios da humanidade. Em sua lápide, na Abadia de Westminster, em Londres, está escrito: “Disse Deus ‘Faça-se Newton’ e houve luz nas jazidas”. Dentre suas contribuições para o desenvolvimento da Física, estão os estudos relacionados à dispersão da luz do Sol ao atravessar um prisma de vidro. Nessas condições, ocorre a decomposição da luz branca nas várias cores.

Com relação ao fenômeno de dispersão da luz branca, analise as informações a seguir.

- I. O arco-íris aparece quando os raios de luz branca incidem em gotículas de água presentes na atmosfera.
- II. A cor que sofre menor desvio quando a luz branca atravessa um prisma de vidro é a vermelha.
- III. A frequência das cores que compõem a luz branca não sofre alteração ao atravessar um prisma.
- IV. No interior de um prisma de vidro, as diversas cores que compõem a luz branca apresentam velocidades de propagação diferentes.

Está **correto** o que se afirma em:

- A** II e IV, apenas.
- B** I e III, apenas.
- C** II, III e IV, apenas.
- D** I, II, III e IV.
- E** I e II, apenas

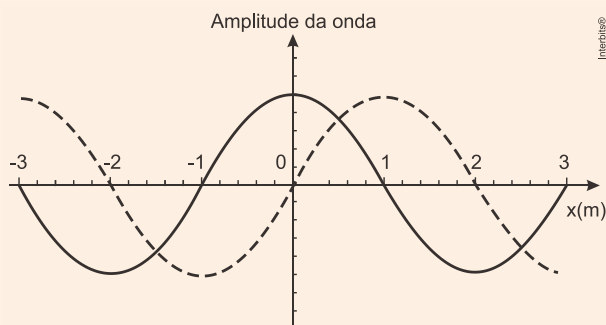


04 Em uma corda esticada, uma onda transversal se propaga com frequência f e comprimento de onda λ .

A velocidade de propagação da onda na corda e a frequência angular da onda são dadas, respectivamente, por:

- A** $\lambda/f; 2\pi f$
- B** $\lambda f; 1/f$
- C** $\lambda/f; 2\pi/f$
- D** $\lambda f; 2\pi f$
- E** $\lambda f; 2\pi/f$

05 A figura representa uma onda harmônica transversal, que se propaga no sentido positivo do eixo x , em dois instantes de tempo: $t = 3$ s (linha cheia) e $t = 7$ s (linha tracejada).



Dentre as alternativas, a que pode corresponder à velocidade de propagação dessa onda é

- A** 0,14 m/s
- B** 0,25 m/s
- C** 0,33 m/s
- D** 1,00 m/s
- E** 2,00 m/s

06 Um pescador observa que seu barco oscila na direção vertical, para baixo e para cima 200 vezes em 50 s. O período de uma oscilação do barco é

- A** 4,0 s
- B** 2,0 s
- C** 1,0 s
- D** 0,50 s
- E** 0,25 s

07 A frequência cardíaca de um atleta, medida após uma corrida de 800 m, era de 90 batimentos por minuto.

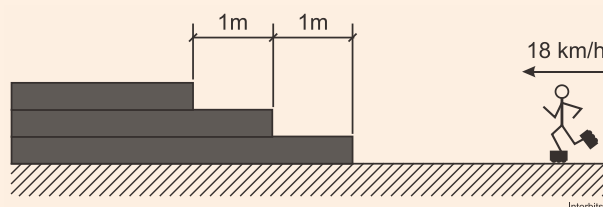
Essa frequência, expressa em Hertz, corresponde a

- A** 1,5
- B** 3,0
- C** 15
- D** 30
- E** 60

08 As ondas em um oceano possuem 6,0 metros de distância entre cristas sucessivas. Se as cristas se deslocam 12 m a cada 4,0 s, qual seria a frequência, em Hz, de uma boia colocada nesse oceano?

- A** 1,80
- B** 1,50
- C** 1,00
- D** 1,20
- E** 0,50

09



Um patinador em velocidade constante de 18 km/h vai ao encontro de uma escadaria, batendo palma. O som produzido pela palma é refletido horizontalmente em cada degrau de 1 m de largura, fazendo com que o patinador perceba um som composto por vários tons. A menor componente de frequência da onda sonora refletida percebida com um máximo de intensidade pelo patinador, em Hz, é:

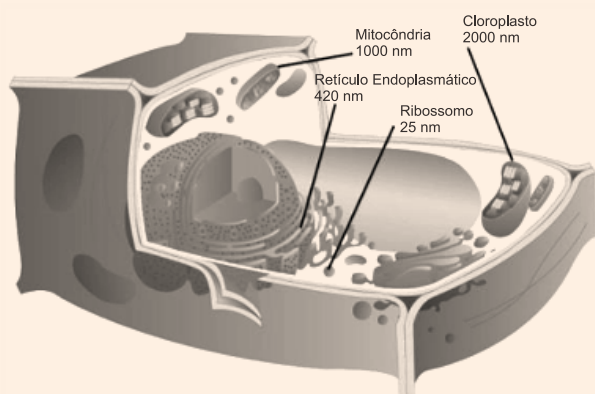
Dado: velocidade de propagação do som: 340 m/s.

- A** 167,5
- B** 170,0
- C** 172,5
- D** 340,0
- E** 345,0



10| Considere que, de forma simplificada, a resolução máxima de um microscópio óptico é igual ao comprimento de onda da luz incidente no objeto a ser observado. Observando a célula representada na figura abaixo, e sabendo que o intervalo de frequências do espectro de luz visível está compreendido entre $4,0 \times 10^{14}$ Hz e $7,5 \times 10^{14}$ Hz, a menor estrutura celular que se poderia observar nesse microscópio de luz seria

(Se necessário, utilize $c = 3 \times 10^8$ m/s.)



(Adaptado de <http://educacao.uol.com.br/disciplinas/ciencias/celulas-conheca-a-historia-de-sua-descoberta-e-entenda-sua-estrutura.htm>. Acessado em: 25/10/2016.)

- A** o ribossomo.
- B** o retículo endoplasmático.
- C** a mitocôndria.
- D** o cloroplasto.

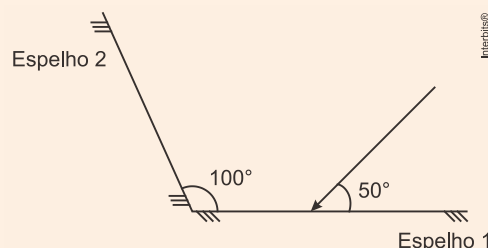
11| Um apontador laser emite uma radiação de comprimento de onda igual a 600 nm, isto é, 600×10^{-9} m.

São dadas a velocidade da luz no ar, $c = 3,0 \times 10^8$ m/s, e a constante de Planck, $6,6 \times 10^{-34}$ J · s.

Os valores que melhor representam a frequência da radiação e a energia de cada fóton são, respectivamente,

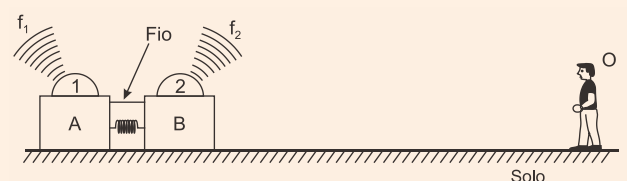
- A** 50 Hz e $3,3 \times 10^{-32}$ J.
- B** 50 Hz e $1,32 \times 10^{-35}$ J.
- C** 180 Hz e $1,2 \times 10^{-31}$ J.
- D** $5,0 \times 10^{14}$ Hz e $1,8 \times 10^{-20}$ J.
- E** $5,0 \times 10^{14}$ Hz e $3,3 \times 10^{-19}$ J.

12| Dois espelhos planos formam um ângulo de 100° entre si. Um raio de luz incide então no Espelho 1 fazendo com ele um ângulo de 50° , conforme indicado na figura abaixo. Sabendo que o raio é refletido na direção do Espelho 2, determine o ângulo que o raio de luz faz com o Espelho 2 ao incidir nele.



- A** 30°
- B** 40°
- C** 60°
- D** 110°
- E** 150°

13| Duas fontes sonoras 1 e 2, de massas desprezíveis, que emitem sons, respectivamente, de frequências $f_1 = 570$ Hz e $f_2 = 390$ Hz são colocadas em um sistema, em repouso, constituído por dois blocos, A e B, unidos por um fio ideal e inextensível, de tal forma que uma mola ideal se encontra comprimida entre eles, como mostra a figura abaixo.



A fonte sonora 1 está acoplada ao bloco A, de massa 2 m, e a fonte sonora 2 ao bloco B, de massa m.

Um observador O, estacionário em relação ao solo, dispara um mecanismo que rompe o fio. Os blocos passam, então, a se mover, separados da mola, com velocidades constantes em relação ao solo, sendo que a velocidade do bloco B é de 80 m/s.

Considere que não existam forças dissipativas, que a velocidade do som no local é constante e igual a 340 m/s, que o ar se encontra em repouso em relação ao solo.

Nessas condições, a razão entre as frequências sonoras percebidas pelo observador, devido ao movimento das fontes 2 e 1, respectivamente, é



- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 4

14 Pedro é músico e estudante de Física. Certo dia, Pedro estava no alto de um palco afinando seu violão. Ele usava um diapasão em Lá fundamental do piano que vibra com uma frequência de 440,00 Hz. Por um descuido, Pedro inadvertidamente deixou o diapasão cair. Ele, que tem um ouvido muito bom, percebeu que enquanto o diapasão caía, o som percebido se alterava para frequências diferentes daquelas 440,00 Hz que ele estava ouvindo antes. Muito curioso, Pedro resolveu determinar a frequência do diapasão percebido por ele, no instante imediatamente antes de o diapasão tocar o chão. Para isso, ele mediu a altura de queda em 1,80 m e considerando a velocidade do som no ar como 330,00 m/s, ele chegou a um valor de:

- A** 438,15 Hz
- B** 432,14 Hz
- C** 332,12 Hz
- D** 330,00 Hz
- E** 324,10 Hz

15 A qualidade do som que permite distinguir um som forte de um som fraco, por meio da amplitude de vibração da fonte sonora é definida como

- A** timbre
- B** altura
- C** intensidade
- D** tubo sonoro

16 O aparelho auditivo humano distingue nas ondas sonoras 3 qualidades: altura, intensidade e timbre.

Com base no exposto, marque com **V** as afirmações **verdadeiras** e com **F** as **falsas**.

() O timbre muda quando adiciona-se a uma onda sonora um de seus harmônicos

() A intensidade da onda sonora diminui ao se reduzir o comprimento de onda.

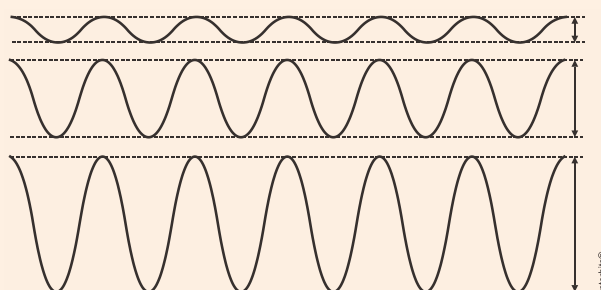
() A altura da onda sonora aumenta quando a frequência aumenta.

() Percebe-se a onda sonora duas vezes mais intensa quando se dobra a potência acústica.

A sequência correta é:

- A** F – V – V – V
- B** V – F – V – F
- C** F – F – V – F
- D** V – F – V – V

17 Analisando a figura do gráfico que representa três ondas sonoras produzidas pela mesma fonte, assinale a alternativa correta para os três casos representados.



- A** As frequências e as intensidades são iguais.
- B** As frequências e as intensidades são diferentes.
- C** As frequências são iguais, mas as intensidades são diferentes.
- D** As frequências são diferentes, mas as intensidades são iguais.

18 A radiação eletromagnética tem uma natureza bastante complexa. Em fenômenos de interferência, por exemplo, ela apresenta um comportamento _____. Já em processo de emissão e de absorção ela pode apresentar um comportamento _____. Pode também ser descrita por “pacotes de energia” (fótons) que se movem no vácuo com velocidade de aproximadamente 300.000 km/s e têm massa _____.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- A** ondulatório – ondulatório – nula.
- B** ondulatório – corpuscular – nula.
- C** ondulatório – corpuscular – diferente de zero.
- D** corpuscular – ondulatório – diferente de zero.
- E** ondulatório – ondulatório – diferente de zero.



TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Adote os seguintes valores quando necessário:

Módulo da aceleração da gravidade $(g) = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

1 quilograma-força (kgf) = 10 N

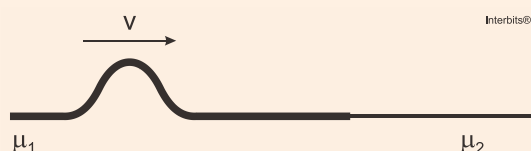
1 cal = 4 J

1 cv = 740 W

1 tonelada = 10^3 kg

1 atm = $1 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$

19 Considere um sistema formado por duas cordas elásticas diferentes, com densidades lineares μ_1 e μ_2 , tal que $\mu_1 > \mu_2$. Na corda de densidade linear μ_1 é produzido um pulso que se desloca com velocidade constante e igual a v , conforme indicado na figura abaixo.



Após um intervalo de tempo Δt , depois de o pulso atingir a junção das duas cordas, verifica-se que o pulso refratado percorreu uma distância 3 vezes maior que a distância percorrida pelo pulso refletido.

Com base nessas informações, podemos afirmar, respectivamente, que a relação entre as densidades lineares das duas cordas e que as fases dos pulsos refletido e refratado estão corretamente relacionados na alternativa:

- A** $\mu_1 = 3 \cdot \mu_2$, o pulso refletido sofre inversão de fase mas o pulso refratado não sofre inversão de fase.
- B** $\mu_1 = 3 \cdot \mu_2$, os pulsos refletido e refratado não sofrem inversão de fase.
- C** $\mu_1 = 9 \cdot \mu_2$, o pulso refletido não sofre inversão de fase mas o pulso refratado sofre inversão de fase.
- D** $\mu_1 = 9 \cdot \mu_2$, os pulsos refletido e refratado não sofrem inversão de fase.

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:

Nas questões com respostas numéricas, considere o módulo da aceleração da gravidade como $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, o módulo da carga do elétron como $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, o módulo da velocidade da luz como $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ e utilize $\pi = 3$.

20 Supondo-se que uma equação de onda de ultrassom, utilizada em um exame pré-natal, tem o deslocamento ao longo da direção y dado pela relação $y(x, t) = 50 \sin [(60 \times 10^6)t + (4 \times 10^3)x]$, onde x e y estão medidos em micrômetros e o tempo t , em segundos. Essa equação representa uma onda

- A** que viaja com uma velocidade de 15 mm/s no sentido negativo do eixo x .
- B** de amplitude 25 μm que viaja ao longo do sentido negativo do eixo x .
- C** que possui número de onda igual a 40 m^{-1} .
- D** de comprimento de onda 60 μm .
- E** de frequência 10⁶ MHz.

21 As fibras ópticas são feitas de vidro óptico extremamente puro. Costumamos achar que uma janela de vidro é transparente. Entretanto, quanto mais espesso for o vidro, menos transparente ele será em razão das impurezas nele contidas. O vidro de uma fibra óptica possui, porém, menos impurezas que o vidro usado em janelas. Segue a descrição da qualidade do vidro produzido por uma companhia: se você estivesse sobre um oceano feito de quilômetros de núcleo sólido de fibra de vidro, poderia ver claramente o fundo. Fazer fibras ópticas requer as seguintes etapas: elaborar um cilindro de vidro pré-formado; estirar as fibras a partir da pré-forma; e testar as fibras.

Fonte: <http://tecnologia.hsw.uol.com.br/fibras-opticas5.htm>, acessado em: 14 de julho de 2016.

Durante a fase de estiramento das fibras, é necessário haver um controle da espessura dos fios de fibra óptica fabricados. Para isso, suponha que uma montagem experimental é configurada, utilizando-se um laser com comprimento de onda de 650 nm que incide sobre o fio de fibra óptica, com um revestimento opaco, conforme ilustra a Figura 1. Após passar pelo fio, o feixe de laser forma um padrão de difração em um anteparo instalado a 2,0 m de distância do fio. A representação esquemática desse padrão está mostrada na Figura 2.



Figura 1

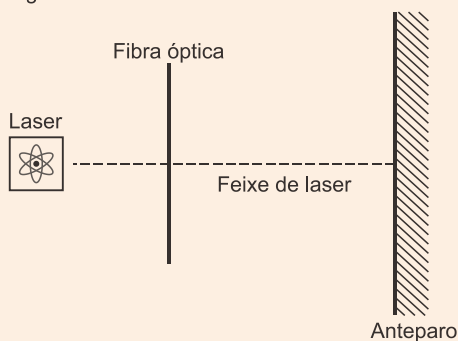
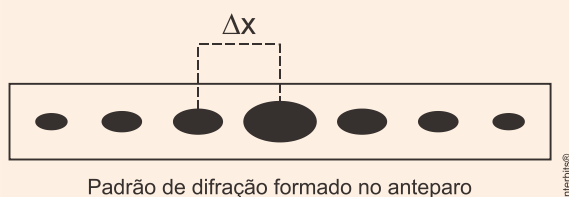


Figura 2



Sabendo-se que a separação entre os máximos de intensidade luminosa, Δx , é 1,0 cm, qual é o valor do diâmetro do fio?

- A** 65 μm
- B** 130 μm
- C** 260 μm
- D** 390 μm
- E** 520 μm

GABARITO

01 | D

Seja a onda mecânica ou eletromagnética, a frequência independe do meio, mas da fonte de emissão.

02 | D

Análise das afirmativas:

[I] Verdadeira. Como período e frequência são inversamente proporcionais, o maior período terá a menor frequência.

[II] Verdadeira. Se a temperatura do ar for constante, a velocidade do som também será constante, portanto as velocidades das ondas produzidas pelos três diapásões serão iguais.

[III] Falsa. Sons graves possuem frequências mais baixas, logo, o diapásão d_1 é o mais grave de todos.

03 | D

[I] Correta. A dispersão de um feixe de luz policromática como a luz branca ocorre quando a luz incide obliquamente na interface de dois meios de diferentes índices de refração.

[II] Correta. A ordem crescente de desvio é: vermelho, alaranjado, amarelo, verde, azul, anil e violeta.

[III] Correta. A frequência de uma onda não se altera quando ela é refletida ou refratada.

[IV] Correta. Um mesmo material apresenta diferentes índices de refração para diferentes radiações. Consequentemente, as velocidades também são diferentes. As radiações eletromagnéticas somente têm a mesma velocidade, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$, no vácuo.

04 | D

Para resolver essa questão, basta-se saber as equações certas, que são:

$$v = \lambda \cdot f$$

$$w = 2\pi f$$

05 | B

Da leitura direta do gráfico, tira-se que entre os dois instantes citados a onda desloca-se 1 m.

Assim:

$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{1-0}{7-3} = \frac{1}{4} \Rightarrow v = 0,25 \text{ m/s.}$$

Da figura também pode obter o comprimento de onda.

$$\lambda = 1 - (-3) \Rightarrow \lambda = 4 \text{ m.}$$

Entre os instantes mostrados o intervalo de tempo corresponde a $1/4$ do período. Então:

$$\frac{T}{4} = (7-3) \Rightarrow T = 16 \text{ s.}$$

Usando a equação fundamental da ondulatória:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{4}{16} = \frac{1}{4} \Rightarrow v = 0,25 \text{ m/s.}$$

06 | E



$$f = \frac{200}{50} \Rightarrow f = 4 \text{ Hz}$$

$$T = \frac{1}{f} \Rightarrow T = \frac{1}{4} \Rightarrow T = 0,25 \text{ s}$$

07| A

$$f = 90 \frac{\text{batimentos}}{\text{min}} \Rightarrow f = \frac{90}{60} \Rightarrow f = 1,5 \text{ Hz}$$

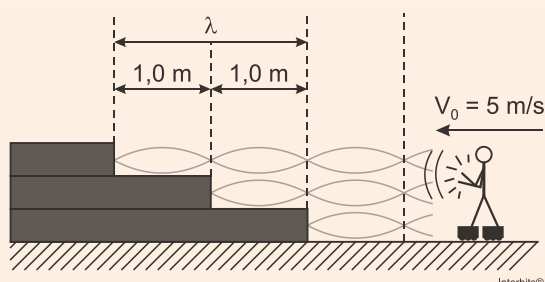
08| E

A onda possui comprimento 6,0 m, desloca-se 12 m em 4 s. Logo, se deslocará 6 m em 2 s, dessa forma, o período da onda vale 2 s.

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow f = \frac{1}{2} \Rightarrow f = 0,5 \text{ Hz}$$

09| C

Cada palma dada pelo patinador gera uma onda sonora composta por uma faixa de frequência com diferentes alturas.



A geometria da escadaria permite que a frequência, ou melhor, que a componente de maior comprimento de onda, (ou, o que é equivalente, de menor frequência), a ser amplificada, seja tal que:

$$\frac{\tilde{e}}{2} = 1 \Rightarrow \tilde{e} = 2 \text{ m}$$

A frequência da componente de onda amplificada e refletida é calculada da seguinte forma:

$$\tilde{e}f = c \Rightarrow f = \frac{c}{\tilde{e}} = \frac{340}{2} = 170 \text{ Hz}$$

sendo c a velocidade de propagação do som no ar.

Como o patinador se aproxima com velocidade relativa $v_0 = 18 \text{ km/h} = 5 \text{ m/s}$ da escadaria, ele percebe uma frequência maior por conta do Efeito Doppler, dada da seguinte forma:

$$f_p = f \left(\frac{c + v_0}{c} \right) \Rightarrow 170 \left(\frac{340 + 5}{340} \right) \Rightarrow f_p = 172,5 \text{ Hz}$$

10| B

Pela equação fundamental da ondulatória:

$$c = \tilde{e}f \Rightarrow \tilde{e} = \frac{c}{f}$$

Pela expressão, o menor comprimento de onda corresponde à maior frequência. Assim:

$$\tilde{e} = \frac{3 \times 10^8}{7,5 \times 10^{14}} = 4 \times 10^{-7} \text{ m} = 400 \times 10^{-9} \text{ m} \Rightarrow \tilde{e} = 400 \text{ nm}$$

Assim, poderiam ser vistas estruturas com tamanho maior ou igual a 400 nm. Das mostradas na figura, a menor é o retículo endoplasmático, com 420 nm.

11| E

Pela equação geral das ondas, com a velocidade e comprimento de onda, descobrimos sua frequência:

$$v = \tilde{e}f \Rightarrow f = \frac{v}{\tilde{e}} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{600 \cdot 10^{-9} \text{ m}} \therefore f = 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

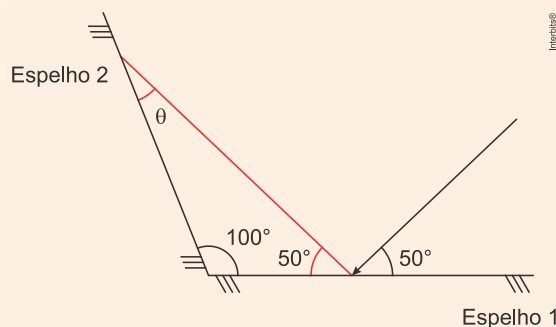
Já a energia da radiação é dada por:

$E = hf$ onde h é a constante de Planck e f é a frequência:

$$E = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 5 \cdot 10^{14} \text{ Hz} \therefore E = 3,3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

12| A

Desenhando o raio refletido com o mesmo ângulo de incidência podemos determinar o ângulo de incidência sobre o espelho 2 usando os princípios da trigonometria, em que a soma dos ângulos internos de um triângulo devem somar 180° .





Logo, teremos:

$$\hat{\epsilon} = 180^\circ - 100^\circ - 50^\circ \therefore \hat{\epsilon} = 30^\circ$$

13| A

Sejam f'_1 e f'_2 as frequências detectadas pelo observador e v a velocidade do som no ar. Aplicando a expressão do efeito Doppler às duas situações, vem:

$$\left\{ \begin{array}{l} f'_2 = \frac{v}{v - v_B} f_1 \\ f'_1 = \frac{v}{v + v_A} f_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{f'_2}{f'_1} = \frac{f_1}{v - v_B} \times \frac{v + v_A}{f_2} = \frac{(340 + 40) \times 390}{(340 - 80) \times 570} \Rightarrow \frac{f'_1}{f'_2} = 1$$

14| B

Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, aplicando a equação de Torricelli, calcula-se a velocidade do diapasão ao atingir o chão.

$$v^2 = v_0^2 + 2gh = 0^2 + 2 \cdot 10 \cdot 1,8 = 36 \Rightarrow v = 6 \text{ m/s}.$$

Aplicando a expressão do efeito Doppler, calcula-se a frequência aparente:

$$f_{ap} = \frac{v_{som}}{v_{som} + v_{diap}} f \Rightarrow f_{ap} = \frac{330}{330 + 6} \cdot 440 \Rightarrow f_{ap} = 432,14 \text{ Hz}.$$

15| C

A intensidade sonora está relacionada com a amplitude do som, permitindo a distinção de sons fracos e sons fortes. Ondas sonoras de grande amplitude são ondas que transportam grande energia e já as ondas de pouca amplitude são ondas que transportam pouca energia.

16| ANULADA

Questão anulada no gabarito oficial.

[F] Adicionando um harmônico, reduz-se o comprimento de onda, aumentando a frequência, ou seja a altura do som (som mais agudo).

[F] A intensidade sonora depende da amplitude e não do comprimento de onda. Como já justificado na afirmação anterior, quando se reduz o comprimento de onda, aumenta-se a frequência, ou seja a altura do som (som mais agudo).

[V] Já justificado nas afirmações anteriores.

[?] Aqui há uma imprecisão, pois o ouvido humano não percebe a intensidade sonora que ele recebe, mas sim o nível de intensidade sonora ($\hat{a}$), expresso

em decibel, dado pela expressão: $I = 10 \log \frac{I}{I_0}$. Nessa expressão, I é a intensidade recebida e I_0 é a menor intensidade audível, correspondendo a zero decibel.

17| C

As amplitudes são diferentes, os comprimentos de onda são os mesmos, a frequência também é a mesma e, por consequência, a velocidade da onda também é a mesma. Como dito anteriormente, a única coisa que muda é a intensidade da onda (que é relacionada com a amplitude).

18| B

A interferência está associada ao comportamento ondulatório da radiação eletromagnética enquanto que o efeito fotoelétrico está associado ao comportamento corpuscular. O fóton que é tido com a partícula fundamental da luz não possui massa.

19| D

Sabendo que a velocidade de propagação de uma onda na corda depende da intensidade da força de tração T na mesma e da sua densidade linear $\hat{I}$, de acordo com a equação:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\hat{I}}}$$

E que a onda refratada na corda de menor densidade linear possui o triplo da velocidade da corda de maior densidade linear, podemos relacionar as duas equações lembrando que as trações nas cordas são iguais.

Para a corda 1:

$$v_1 = \sqrt{\frac{T}{\hat{I}_1}}$$

E para a corda 2:

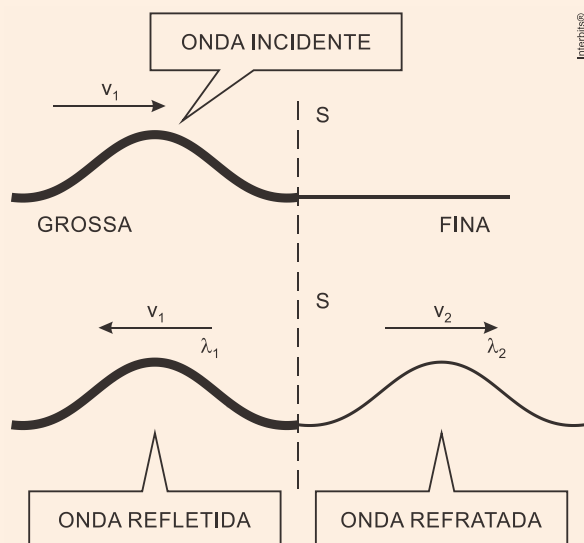
$$v_2 = 3v_1 = \sqrt{\frac{T}{\hat{I}_2}}$$

Fazendo a razão da corda 2 pela 1:

$$\frac{3v_1}{v_1} = \frac{\sqrt{\frac{T}{\hat{I}_2}}}{\sqrt{\frac{T}{\hat{I}_1}}} \Rightarrow 3 = \frac{\sqrt{\hat{I}_1}}{\sqrt{\hat{I}_2}} \therefore \hat{I}_1 = 9\hat{I}_2$$



Por fim, o pulso da corda de maior densidade não sofre inversão de fase ao encontrar com a corda menor, nem para a refração e tão pouco para a reflexão. Ver figura ilustrativa abaixo.



20 | A

A equação dada pode ser comparada com a equação representativa da elongação de uma onda harmônica como função da posição e do tempo, assim obtemos os parâmetros informados na equação dada.

$$y(x, t) = 50 \sin [(60 \times 10^6)t + (4 \times 10^3)x]$$

$$y(x, t) = A \sin [\omega t + kx]$$

Então:

A amplitude da onda é:

$$A = 50 \text{ m}$$

A frequência:

$$\omega = 60 \cdot 10^6 \text{ rad/s} \Rightarrow$$

$$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{60 \cdot 10^6 \text{ rad/s}}{2 \cdot 3} \therefore f = 10 \text{ MHz}$$

A onda viaja no sentido negativo do eixo x, devido ao sinal positivo do número de onda.

O número de onda:

$$k = 4 \cdot 10^3 \cdot 10^6 \therefore k = 4 \cdot 10^9 \text{ m}^{-1}$$

Comprimento de onda:

$$\lambda = \frac{2\pi}{k} \Rightarrow \lambda = \frac{2 \cdot 3}{4 \cdot 10^9 \text{ m}^{-1}} \therefore \lambda = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

E, finalmente, a velocidade da onda, será:

$$v = \lambda \cdot f \Rightarrow v = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot 10 \cdot 10^6 \text{ Hz} \therefore v = 15 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} = 15 \text{ mm/s}$$

21 | B

A partir do padrão de interferência (figura 2), a distância de separação entre dois máximos de intensidade luminosa Δx pode ser relacionada com o diâmetro da fibra d, a distância entre o anteparo e a fibra óptica D e o comprimento de onda do laser λ usado na medida através da equação ajustada para interferência construtiva:

$$d = \frac{\lambda \cdot D}{\Delta x}$$

Substituindo os valores fornecidos no problema, temos:

$$d = \frac{650 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot 2 \text{ m}}{1 \cdot 10^{-2} \text{ m}} \therefore d = 130 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 130 \text{ } \mu\text{m}$$

01 Um pequeno boneco está diante de um espelho plano, conforme a figura abaixo.



<http://www.geocities.ws/saladefisica8/optica/planos.html>

Em relação à imagem conjugada pelo espelho, podemos classificá-la como tendo as seguintes características:

- A** real, direita e do mesmo tamanho do objeto.
- B** virtual, invertida lateralmente e maior que o objeto.
- C** virtual, direita e do mesmo tamanho do objeto.
- D** real, invertida lateralmente e do mesmo tamanho do objeto.

02 Associe corretamente os princípios da óptica geométrica, com suas respectivas definições, constantes abaixo.

I. Princípio da propagação retilínea da luz.

II. Princípio da independência dos raios de luz.

III. Princípio da reversibilidade dos raios de luz.

() Num meio homogêneo a luz se propaga em linha reta.

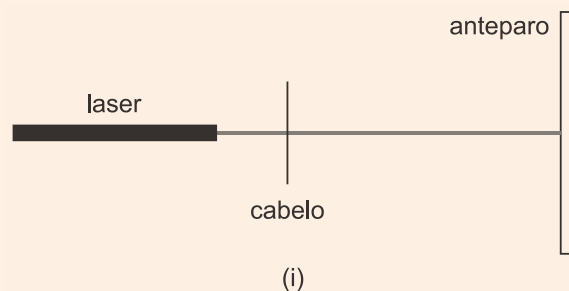
() A trajetória ou caminho de um raio não depende do sentido da propagação.

() Os raios de luz se propagam independentemente dos demais.

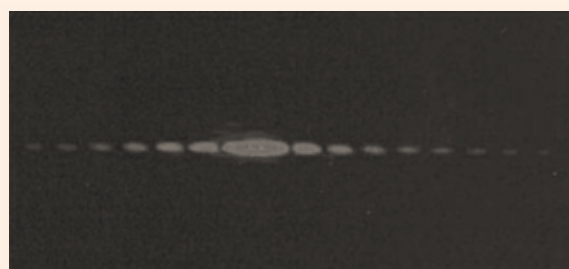
Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta para o preenchimento das lacunas acima.

- A** I, II e III. **B** II, I e III. **C** III, II e I. **D** I, III e II.

03 Um fio de cabelo intercepta um feixe de laser e atinge um anteparo, conforme representa a figura (i) abaixo.



Nessa situação, forma-se sobre o anteparo uma imagem que contém regiões iluminadas intercaladas, cujas intensidades diminuem a partir da região central, conforme mostra a figura (ii) abaixo.



O fenômeno óptico que explica o padrão da imagem formada pela luz é a

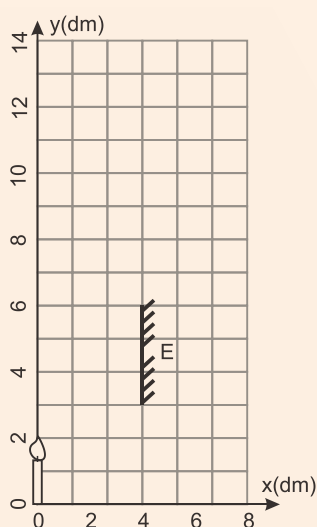
- A** difração.
- B** dispersão.
- C** polarização.
- D** reflexão.
- E** refração.



04 | Alguns instrumentos óticos são formados por lentes. O instrumento ótico formado por lentes objetiva e ocular é:

- A** a lupa.
- B** o microscópio.
- C** o retroprojektor.
- D** o periscópio.

05 | Uma vela de 20 cm está posicionada próximo a um espelho E plano de 30 cm, conforme indicado na figura. Um observador deverá ser posicionado na mesma linha vertical da vela, ou seja, no eixo y, de forma que ele veja uma imagem da vela no espelho.



Qual o intervalo de y em que o observador pode ser posicionado para que ele possa ver a imagem em toda sua extensão?

- A** $0 \text{ dm} \leq y \leq 6 \text{ dm}$.
- B** $3 \text{ dm} \leq y \leq 6 \text{ dm}$.
- C** $4 \text{ dm} \leq y \leq 7 \text{ dm}$.
- D** $5 \text{ dm} \leq y \leq 10 \text{ dm}$.
- E** $6 \text{ dm} \leq y \leq 10 \text{ dm}$.

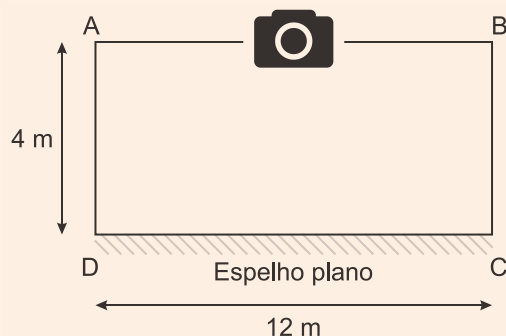
06 | Como funciona o foco automático das câmeras fotográficas?

Existem basicamente dois sistemas: o primeiro é o usado por câmeras do tipo reflex. Apertando levemente o botão disparador, alguns feixes de luz entram na máquina e, depois de rebatidos, atingem um sensor. Este envia as informações para um microprocessador dentro da máquina, que calcula a distância e ajusta o foco por meio de um pequeno motor, que

regula a lente na posição adequada. O segundo sistema é aquele, que envia raios de luz infravermelha, usado em geral por máquinas compactas, totalmente automáticas. Na frente do corpo da câmera, há um dispositivo que emite os raios. Eles batem no objeto focalizado e voltam para um sensor localizado logo abaixo do emissor infravermelho. Com base nos reflexos, a máquina calcula a distância do objeto e ajusta o foco.

Fonte: <http://mundoestranho.abril.com.br/materia/como-funciona-o-foco-automatizado-das-cameras-fotograficas>, acessado em 13 de julho de 2016.

Um sistema de segurança foi criado para a vigilância e o monitoramento de todos os pontos de uma sala. Para isso, utilizou-se uma câmera de foco automático, do tipo reflex, instalada no centro da parede AB, e um espelho em toda a parede CD, conforme ilustra a figura a seguir (vista superior da sala).

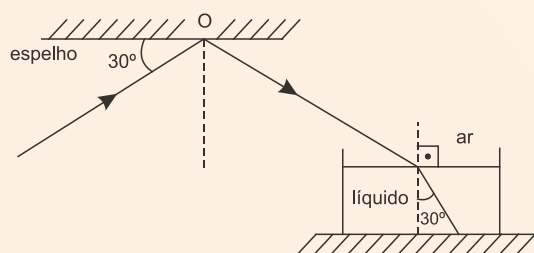


A sala, de formato retangular, possui dimensões 12 m x 4 m x 3 m. Então, para focar CORRETAMENTE um objeto no ponto A da sala, na mesma altura da câmera, o foco deverá ser ajustado em

- A** 4 m.
- B** 6 m.
- C** 8 m.
- D** 10 m.
- E** 16 m.

07 | Um raio de luz monocromática propagando-se no ar incide no ponto O, na superfície de um espelho, plano e horizontal, formando um ângulo de 30° com sua superfície.

Após ser refletido no ponto O desse espelho, o raio incide na superfície plana e horizontal de um líquido e sofre refração. O raio refratado forma um ângulo de 30° com a reta normal à superfície do líquido, conforme o desenho abaixo.



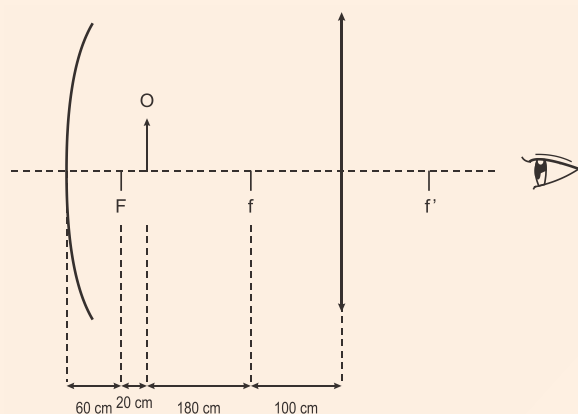
DESENHO ILUSTRATIVO FORA DE ESCALA

Sabendo que o índice de refração do ar é 1, o índice de refração do líquido é:

Dados: $\sin 30^\circ = 1/2$ e $\cos 60^\circ = 1/2$; $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$
e $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

- A** $\frac{\sqrt{3}}{3}$
- B** $\frac{\sqrt{3}}{2}$
- C** $\sqrt{3}$
- D** $\frac{2\sqrt{3}}{3}$
- E** $2\sqrt{3}$

08 Um estudante dispunha de um espelho côncavo e de uma lente biconvexa de vidro para montar um dispositivo que amplia a imagem de um objeto. Ele então montou o dispositivo, conforme mostrado no diagrama. O foco do espelho é F e os das lentes são f e f'. O objeto O é representado pela seta.



Após a montagem, o estudante observou que era possível visualizar duas imagens. As características dessas imagens são:

- A** Imagem 1: real, invertida e maior.
Imagem 2: real, invertida e menor.
- B** Imagem 1: real, direta e maior.
Imagem 2: real, invertida e menor.

C Imagem 1: virtual, direta e maior.
Imagem 2: real, invertida e menor.

D Imagem 1: virtual, direta e menor.
Imagem 2: real, invertida e maior.

09 Em uma animação do Tom e Jerry, o camundongo Jerry se assusta ao ver sua imagem em uma bola de Natal cuja superfície é refletora, como mostra a reprodução abaixo.



(Adaptado de https://www.youtube.com/watch?v=RtZYTr7D_o.
Acessado em 25/10/2016.)

É correto afirmar que o efeito mostrado na ilustração não ocorre na realidade, pois a bola de Natal formaria uma imagem

- A** virtual ampliada.
- B** virtual reduzida.
- C** real ampliada.
- D** real reduzida.

10 Um objeto foi colocado em duas posições à frente de um espelho côncavo de 10 cm de foco. A imagem do objeto, conjugada pelo espelho, quando colocado na primeira posição foi invertida, com ampliação de 0,2 e, quando colocado na segunda posição, foi direta com ampliação de 5.

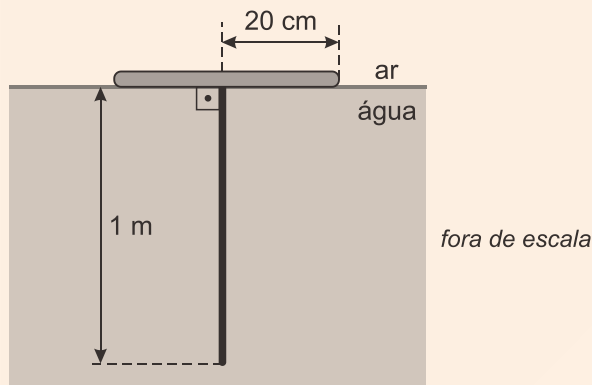
Considerando o exposto, e utilizando o referencial e equações de Gauss, assinale a alternativa correta que completa as lacunas da frase a seguir.

A imagem conjugada do objeto na primeira posição é _____ e _____ que o objeto. A imagem conjugada do objeto na segunda posição é _____ e _____ que o objeto.

- A** real – menor – virtual – maior
- B** real – menor – real – maior
- C** virtual – maior – real – menor
- D** virtual – maior – virtual – menor



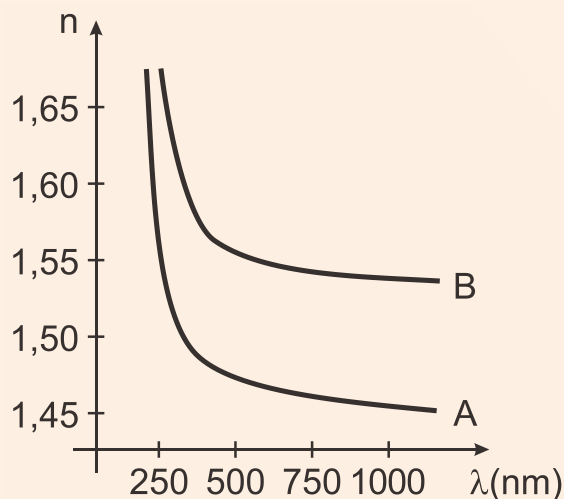
11 | Dentro de uma piscina, um tubo retilíneo luminoso, com 1 m de comprimento, pende, verticalmente, a partir do centro de uma boia circular opaca, de 20 cm de raio. A boia flutua, em equilíbrio, na superfície da água da piscina, como representa a figura.



Sabendo que o índice de refração absoluto do ar é 1,00 e que o índice de refração absoluto da água da piscina é 1,25, a parte visível desse tubo, para as pessoas que estiverem fora da piscina, terá comprimento máximo igual a

- A** 45 cm.
- B** 85 cm.
- C** 15 cm.
- D** 35 cm.
- E** 65 cm.

12 | A dependência do índice de refração, n , com o comprimento de onda da luz, λ , para vidros de sílica fundida (A) e silicato de alumínio (B), é mostrada na figura



Considere a correlação entre cores e comprimento de onda da luz, mostrada na tabela a seguir:

Cor	Comprimento de Onda (nm)
Azul	450 – 495
Verde	495 – 570
Vermelho	620 – 750

É CORRETO afirmar que

- A** a velocidade da luz verde é maior no vidro A em comparação ao vidro B.
- B** para os dois vidros, o índice de refração na região do azul é menor que na região do vermelho.
- C** o índice de refração na região do vermelho é menor para o vidro B em comparação ao índice do vidro A.
- D** para um feixe de luz vermelha, passando do ar para o vidro, formando um ângulo de incidência de 30° com a normal, o ângulo de refração dentro de um vidro será menor, se ele for do tipo B.
- E** para um feixe de luz verde, passando do ar para o vidro, o comprimento de onda da luz incidente aumenta quando passa pelo vidro A e diminui ao passar pelo vidro B.

13 | Um feixe luminoso proveniente de um laser se propaga no ar e incide sobre a superfície horizontal da água fazendo um ângulo de 45° com a vertical.

O ângulo que o feixe refratado forma com a vertical é:

Dados:

Índice de refração do ar: 1,0

Índice de refração da água: 1,5

$$\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$$

$$\sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

- A** menor que 30° .
- B** maior que 30° e menor que 45° .
- C** igual a 45° .
- D** maior que 45° e menor que 60° .
- E** maior que 60° .



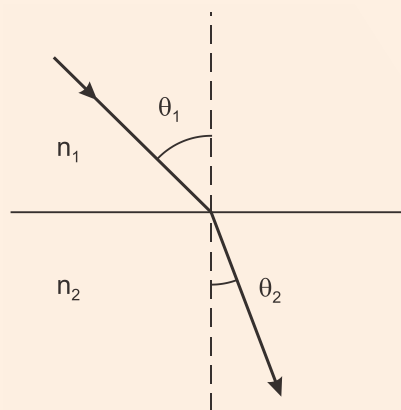
14 | A Lei 13.290 modifica o Art.40 do Código de Trânsito Brasileiro e diz: “O condutor manterá acesos os faróis do veículo, utilizando luz baixa durante a noite e durante o dia, nos túneis providos de iluminação pública e nas rodovias;”. (...) Aumenta mesmo a visibilidade? Sim. Mesmo de dia, a luz faz diferença; afirma-se que, ao acender os faróis, a visibilidade do veículo aumenta em 60%. (...) Em situações de Sol a pino, que criam “miragens” na pista (efeito de pista molhada), é muito difícil distinguir se um veículo está vindo em sua direção ou indo na direção contrária. (...) E isso aumenta a segurança? Sim. No Brasil, a maior causa de morte no trânsito são as colisões frontais. Embora sejam apenas 4,1% das ocorrências, causam 33,7% dos óbitos. Essas colisões acontecem, principalmente, em tentativas malsucedidas de ultrapassagem. Já com a luz acesa, o veículo pode ser visto antes, prevenindo quem vem na direção oposta, evitando acidentes.

Fonte: <http://www.penaestrada.com.br/lei-do-farol-aceso-duvidas/>.
Acessado em 14 de julho de 2016. (Adaptado)

Acerca das informações do texto e dos conhecimentos básicos da óptica geométrica, é **CORRETO** afirmar que

- A** a cor de um veículo não influencia na sua visibilidade por parte de outros motoristas.
- B** o fenômeno da “miragem” citado no texto pode ser explicado por efeitos decorrentes da refração e reflexão da luz.
- C** o tempo de reação de um motorista – intervalo de tempo entre visualizar um objeto e promover uma intervenção no veículo – diminui com o uso dos faróis nas estradas.
- D** um total de 4,1% das ocorrências de colisões aconteceram porque os faróis dos veículos estavam apagados.
- E** o fenômeno da ressonância luminosa explica, de forma mais completa, a “miragem” observada por motoristas em uma estrada.

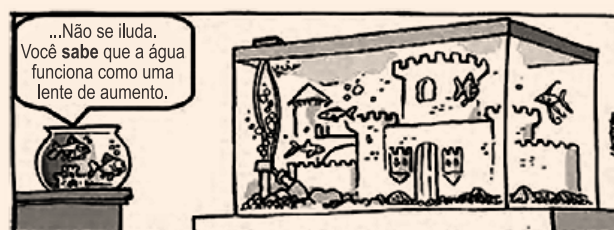
15 | Um feixe de luz monocromática atravessa a interface entre dois meios transparentes com índices de refração n_1 e n_2 , respectivamente, conforme representa a figura abaixo.



Com base na figura, é correto afirmar que, ao passar do meio com n_1 para o meio com n_2 , a velocidade, a frequência e o comprimento de onda da onda, respectivamente,

- A** permanece, aumenta e diminui.
- B** permanece, diminui e aumenta.
- C** aumenta, permanece e aumenta.
- D** diminui, permanece e diminui.
- E** diminui, diminui e permanece.

16 | A tirinha abaixo utiliza um fenômeno físico para a construção da piada. Que fenômeno é esse?

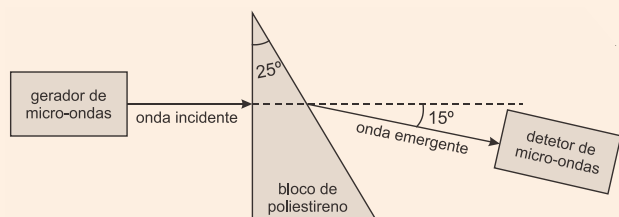


- A** Reflexão
- B** Refração
- C** Difração
- D** Propagação retilínea da luz

17 | Em uma aula de laboratório de física, utilizando-se o arranjo experimental esquematizado na figura, foi medido o índice de refração de um material sintético chamado poliestireno. Nessa experiência, radiação eletromagnética, proveniente de um gerador de micro-ondas, propaga-se no ar e incide perpendicularmente em um dos lados de um bloco de poliestireno, cuja seção reta é um triângulo retângulo, que tem um dos ângulos medindo 25° , conforme a figura. Um detector de micro-ondas indica que a radiação eletromagnética sai do bloco propagando-se no ar em uma



direção que forma um ângulo de 15° com a de incidência.



A partir desse resultado, conclui-se que o índice de refração do poliestireno em relação ao ar para essa micro-onda é, aproximadamente,

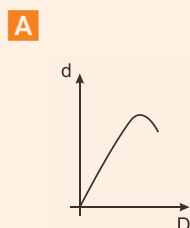
Note e adote:

- índice de refração do ar: 1,0
- $\sin 15^\circ \approx 0,3$
- $\sin 25^\circ \approx 0,4$
- $\sin 40^\circ \approx 0,6$

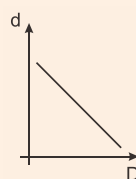
- A** 1,3
- B** 1,5
- C** 1,7
- D** 2,0
- E** 2,2

18 Fotógrafos amadores e profissionais estão utilizando cada vez mais seus smartphones para tirar suas fotografias. A melhora na qualidade das lentes e dos sensores ópticos desses aparelhos está popularizando rapidamente a prática da fotografia, e o número de acessórios e lentes, que se acoplam aos aparelhos, só cresce. Um experimento foi conduzido a fim de produzir um acessório que consiste de uma lente convexa. A distância d da imagem real formada por um objeto posicionado sobre o eixo da lente, a uma distância D até ela, foi anotada em um gráfico.

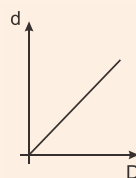
A figura que representa, de forma CORRETA, o resultado do gráfico desse experimento é



B



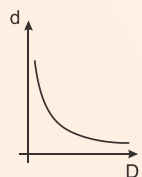
C



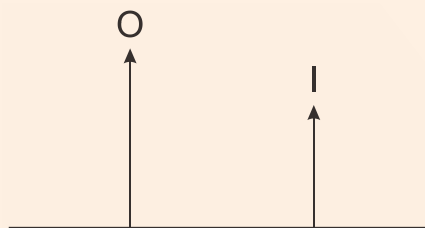
D



E



19 Na figura abaixo, O representa um objeto real e I sua imagem virtual formada por uma lente esférica.



Assinale a alternativa que preenche as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Com base nessa figura, é correto afirmar que a lente é _____ e está posicionada _____.

- A** convergente – à direita de I
- B** convergente – entre O e I
- C** divergente – à direita de I
- D** divergente – entre O e I
- E** divergente – à esquerda de O



20 | Considere uma lente esférica delgada, S , de bordas finas, feita de material de índice de refração n maior do que o índice de refração do ar. Com esta lente podem-se realizar dois experimentos. No primeiro, a lente é imersa em um meio ideal, de índice de refração n_1 , e o seu comportamento óptico, quando um feixe de luz paralela passa por ela, é o mesmo de uma lente côncavo-convexa de índice de refração n imersa no ar. No segundo, a lente S é imersa em outro meio ideal, de índice de refração n_2 , e o seu comportamento óptico é o mesmo de uma lente convexo-côncava de índice de refração n imersa no ar.

Nessas condições, são feitas as seguintes afirmativas:

I. $n_2 > n > n_1$.

II. a lente S , quando imersa no ar, pode ser uma lente plano-côncava.

III. a razão entre as vergências da lente S nos dois experimentos não pode ser 1.

IV. as distâncias focais da lente S , nos dois experimentos, são sempre as mesmas.

São corretas, apenas

A I e II **B** II e III **C** I e III **D** II e IV

21 | Considere quatro lentes esféricas delgadas de distância focal $f_1 = +5,0$ cm, $f_2 = -10,0$ cm, $f_3 = +20,0$ cm e $f_4 = -40,0$ cm. A justaposição de duas lentes terá a maior convergência quando associarmos as lentes

A 1 e 2

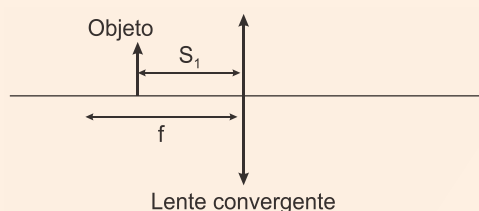
B 2 e 3

C 1 e 3

D 2 e 4

E 1 e 4

22 | Uma lente convergente está representada esquematicamente na Figura. O objeto está localizado em $S_1 = 2/3 f$, onde f é a distância focal.



A distância da imagem à lente e o fator de ampliação são dados, respectivamente, por:

A $-2 f$; 2.

B $2 f$; 1,5.

C $-f$; 3.

D f ; 2.

E $-2 f$; 3.

23 | Uma lente de vidro convergente imersa no ar tem distância focal igual a 3 mm. Um objeto colocado a 3 m de distância conjuga uma imagem através da lente. Neste caso, o módulo do aumento produzido pela lente vale aproximadamente:

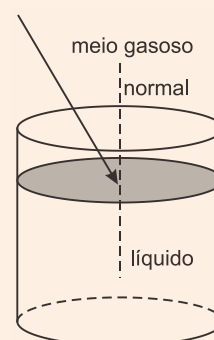
A 1

B 1.10^{-1}

C 1.10^{-2}

D 1.10^{-3}

24 | O índice de refração absoluto de um meio gasoso homogêneo é 1,02. Um raio luminoso, proveniente do meio gasoso, incide na superfície de separação entre o meio gasoso e o meio líquido, também homogêneo, cujo índice de refração absoluto é 1,67, conforme mostrado na figura abaixo. Posteriormente a isso, uma lente com distância focal positiva, construída com material cujo índice de refração absoluto é 1,54, é colocada, completamente imersa, no meio líquido.



Com base nessas informações, identifique como verdadeiras (V) ou falsas (F) as seguintes afirmativas:

() Se a lente for colocada no meio gasoso, ela será denominada “convergente”.

() Quando a lente foi colocada no meio líquido, a sua distância focal passou a ser negativa.

() Em qualquer um dos meios, a distância focal da lente não se altera.

() O raio luminoso, ao penetrar no meio líquido, afasta-se da normal.



Assinale a alternativa que apresenta a sequência correta, de cima para baixo.

- A** V – F – V – F.
- B** F – V – F – V.
- C** V – F – V – V.
- D** F – F – V – V.
- E** V – V – F – F.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Adote os seguintes valores quando necessário:

Módulo da aceleração da gravidade (g) = $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

1 quilograma-força (kgf) = 10 N

1 cal = 4 J

1 cv = 740 W

1 tonelada = 10^3 kg

1 atm = $1 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$

25 | Observe atentamente a imagem abaixo. Temos uma placa metálica de fundo preto sobre a qual foram escritas palavras com cores diferentes. Supondo que as cores utilizadas sejam constituídas por pigmentos puros, ao levarmos essa placa para um ambiente absolutamente escuro e a iluminarmos com luz monocromática azul, as únicas palavras e cores resultantes, respectivamente, que serão percebidas por um observador de visão normal, são:

AMARELO AZUL BRANCO
PRETO VIOLETA VERDE
ALARANJADO VERMELHO

- A** (PRETO, AZUL e VERMELHO) e (azul)
- B** (PRETO, VERDE e VERMELHO) e (preto e azul)
- C** (PRETO e VERMELHO) e (preto, azul e verde)
- D** (VERDE) e (preto e azul)

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:

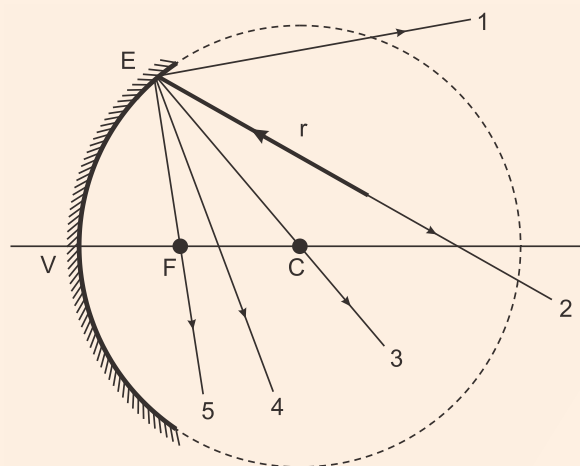
Considere o campo gravitacional uniforme.

26 | Em Física, os modelos utilizados na descrição dos fenômenos da refração e da reflexão servem para explicar o funcionamento de alguns instrumentos ópticos, tais como telescópios e microscópios.

Quando um feixe monocromático de luz refrata ao passar do ar ($n_{\text{AR}} = 1,00$) para o interior de uma lâmina de vidro ($n_{\text{vidro}} = 1,52$), observa-se que a rapidez de propagação do feixe _____ e que a sua frequência _____. Parte dessa luz é refletida nesse processo. A rapidez da luz refletida será _____ que a da luz incidente na lâmina de vidro.

- A** não muda – diminui – a mesma
- B** diminui – aumenta – menor do
- C** diminui – não muda – a mesma
- D** aumenta – não muda – maior do
- E** aumenta – diminui – menor do

27 | Na figura abaixo, ilustra-se um espelho esférico côncavo E e seus respectivos centro de curvatura (C), foco (F) e vértice (V). Um dos infinitos raios luminosos que incidem no espelho tem sua trajetória representada por r. As trajetórias de 1 a 5 se referem a possíveis caminhos seguidos pelo raio luminoso refletido no espelho.



O número que melhor representa a trajetória percorrida pelo raio r, após refletir no espelho E, é

- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 4
- E** 5

**TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:**

Nas questões com respostas numéricas, considere o módulo da aceleração da gravidade como $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, o módulo da carga do elétron como $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, o módulo da velocidade da luz como $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ e utilize $\pi = 3$.

28| As fibras ópticas são feitas de vidro óptico extremamente puro. Costumamos achar que uma janela de vidro é transparente. Entretanto, quanto mais espesso for o vidro, menos transparente ele será em razão das impurezas nele contidas. O vidro de uma fibra óptica possui, porém, menos impurezas que o vidro usado em janelas. Segue a descrição da qualidade do vidro produzido por uma companhia: se você estivesse sobre um oceano feito de quilômetros de núcleo sólido de fibra de vidro, poderia ver claramente o fundo. Fazer fibras ópticas requer as seguintes etapas: elaborar um cilindro de vidro pré-formado; estirar as fibras a partir da pré-forma; e testar as fibras.

Fonte: <http://tecnologia.hsw.uol.com.br/fibras-opticas5.htm>, acessado em: 14 de julho de 2016.

Durante a fase de estiramento das fibras, é necessário haver um controle da espessura dos fios de fibra óptica fabricados. Para isso, suponha que uma montagem experimental é configurada, utilizando-se um laser com comprimento de onda de 650 nm que incide sobre o fio de fibra óptica, com um revestimento opaco, conforme ilustra a Figura 1. Após passar pelo fio, o feixe de laser forma um padrão de difração em um anteparo instalado a $2,0 \text{ m}$ de distância do fio. A representação esquemática desse padrão está mostrada na Figura 2.

Figura 1

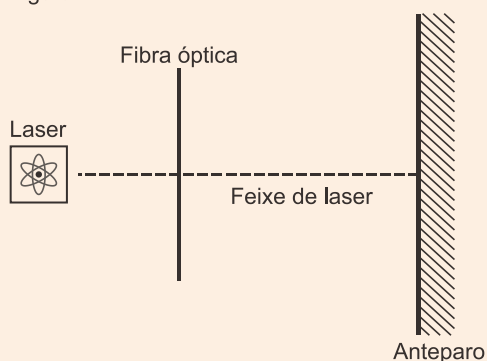
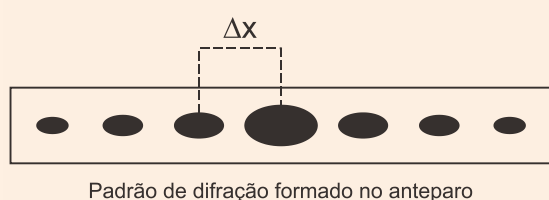


Figura 2



Sabendo-se que a separação entre os máximos de intensidade luminosa, Δx , é $1,0 \text{ cm}$, qual é o valor do diâmetro do fio?

- A** $65 \mu\text{m}$
- B** $130 \mu\text{m}$
- C** $260 \mu\text{m}$
- D** $390 \mu\text{m}$
- E** $520 \mu\text{m}$

GABARITO**01| C**

A imagem acima é de um espelho plano, que possui as seguintes características: virtual, direita e do mesmo tamanho do objeto.

02| D

Num meio homogêneo a luz se propaga em linha reta → [I] Princípio da propagação retilínea da luz.

A trajetória ou caminho de um raio não depende do sentido da propagação → [III] Princípio da reversibilidade dos raios de luz.

Os raios de luz se propagam independentemente dos demais → [II] Princípio da independência dos raios de luz.

03| A

Questão com texto confuso motivando polêmicas com relação à elaboração e revisão da banca elaboradora da prova. O texto deveria dizer que um feixe de laser atinge um cabelo (e não o contrário) formando uma projeção no anteparo de regiões claras e escuras intercaladas. Este padrão de interferência de uma onda é chamado de **difração**.

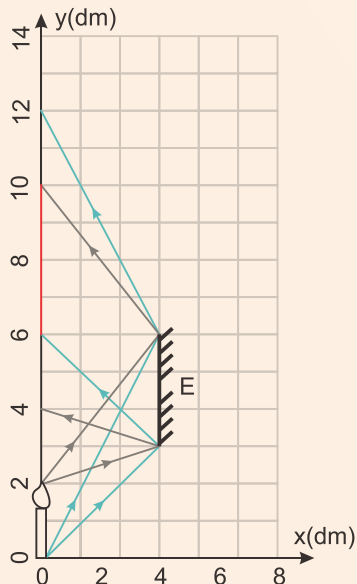
04| B

O instrumento descrito é o microscópio, cuja parte óptica é constituída de duas lentes convergentes, a objetiva (próxima ao objeto) e a ocular (com a qual observamos a imagem fornecida pela objetiva).

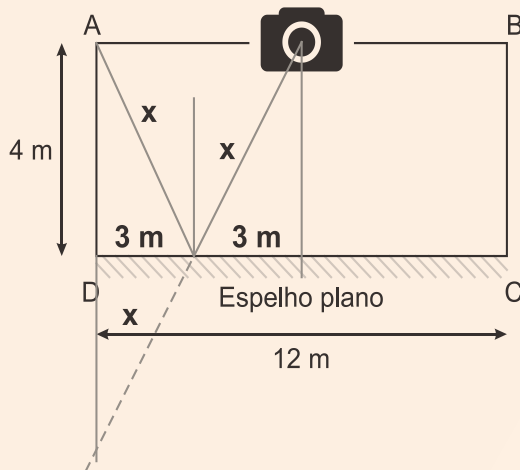
A lupa e o retroprojektor são formados por apenas uma lente convergente, enquanto que o periscópio é constituído por dois espelhos planos.

**05 | E**

De acordo com a figura abaixo, é possível enxergar a vela inteira entre as posições verticais de 6 a 10 dm, conforme as construções de reflexões da base da vela (em azul) e da chama (em cinza).

**06 | D**

Para focar um objeto visto através da reflexão de um espelho plano, devemos obter a distância da câmera até a imagem, conforme desenho.



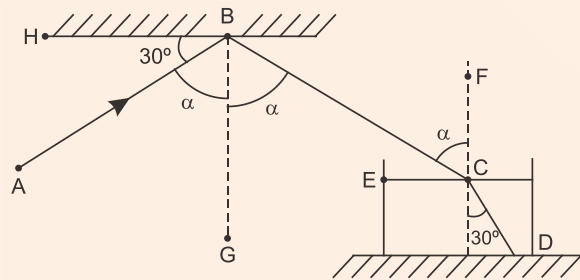
O objeto colocado em A deve ser focalizado numa distância $2x$.

Então, usando o Teorema de Pitágoras para o triângulo retângulo formado.

$$x^2 = 3^2 + 4^2 \therefore x = 5 \text{ m}$$

Logo, a distância procurada é:

$$d = 2x \Rightarrow d = 2 \cdot 5 \text{ m} \therefore d = 10 \text{ m}$$

07 | C

Pela geometria, pode-se afirmar que:

$$\widehat{HBA} + \widehat{ABG} = 90^\circ$$

Logo,

$$\alpha = \widehat{ABG} = 90^\circ - \widehat{HBA} = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$

Quando uma luz incide sobre uma superfície plana reflexiva, o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão. Disso se conclui que:

$$\alpha = \widehat{ABG} = \widehat{GBC}$$

Como os segmentos $\overline{GB}$ e $\overline{FC}$ são paralelos e o segmento $\overline{BC}$ é transversal aos dois segmentos anteriores, pode-se afirmar que os ângulos $\widehat{GBC}$ e $\widehat{BCF}$ são alternos internos, do que se conclui que:

$$\widehat{BCF} = \widehat{GBC} = \alpha$$

Aplicando-se a lei de Snell para refração, tem-se que:

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin 30^\circ$$

Sendo, α o ângulo de incidência sobre a superfície do líquido, o ângulo de refração igual a 30° , n_1 corresponde ao índice de refração do ar e n_2 o índice de refração do líquido.

Substituindo-se os valores dos parâmetros conhecidos na equação da lei de Snell, tem-se que:

$$1 \times \sin 60^\circ = n_2 \sin 30^\circ$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = n_2 \frac{1}{2}$$

$$n_2 = \sqrt{3}$$

08 | B

Para a imagem do objeto no espelho côncavo, através do desenho, nota-se que o mesmo se encontra entre o foco e o centro de curvatura do espelho, logo, a imagem é real, invertida e maior, mas a mesma só é



vista a partir da lente fazendo novamente a construção para a lente, formando, finalmente a imagem 1, real, direta e maior, mostrada na figura mais abaixo.

Para a imagem 2 da lente biconvexa, observa-se que o objeto está além do ponto antiprincipal e, sendo assim, sua imagem é real, invertida e menor.

As construções das imagens estão indicadas nas figuras abaixo:

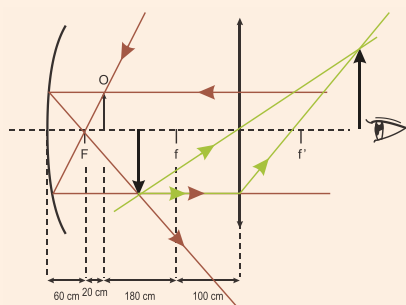


Imagem 1:
real, direta e maior

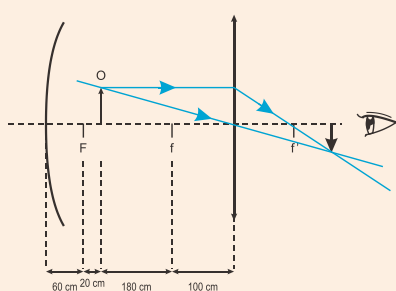


Imagem 2:
real, invertida e menor

09 | B

A superfície da bola de Natal comporta-se como um espelho esférico convexo. Como Jerry é um objeto real, sua imagem conjugada pela bola seria: **virtual**, direita e **reduzida**, entre a superfície da bola e o seu centro.

10 | A

Trata-se de objeto real.

– 1ª posição:

A imagem é invertida, então ela é **real**.

A ampliação é menor que 1: $A < 1$: imagem **menor** que o objeto.

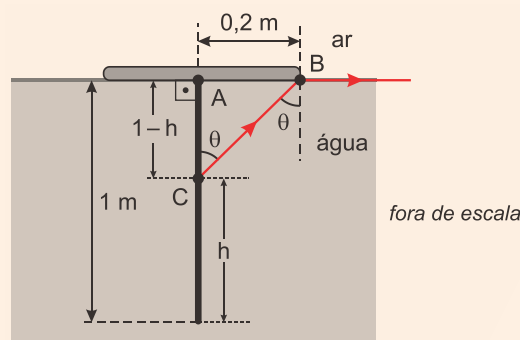
– 2ª posição:

A imagem é direita, então ela é **virtual**.

A ampliação é maior que 1: $A > 1$: imagem **maior** que o objeto.

11 | B

Na figura, o ângulo θ é o ângulo limite e h é o comprimento máximo da parte visível da haste.



Aplicando a lei de Snell:

$$n_{\text{água}} \sin \theta = n_{\text{ar}} \sin 90^\circ \Rightarrow 1,25 \sin \theta = 1 \Rightarrow$$

$$\operatorname{sen} \theta = \frac{1}{1.25} \Rightarrow \operatorname{sen} \theta = 0,8.$$

Pela relação fundamental da trigonometria: $\cos \theta = 0,6$.

No triângulo retângulo ABC, tem-se:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{0,2}{1-h} \Rightarrow \frac{\operatorname{sen} \theta}{\cos \theta} = \frac{0,2}{1-h} \Rightarrow \frac{0,8}{0,6} = \frac{0,2}{1-h} \Rightarrow$$

$$\frac{4}{3} = \frac{0,2}{1-h} \Rightarrow 0,6 = 4 - 4h \Rightarrow h = \frac{3,4}{4} \Rightarrow$$

$$h = 0,85 \text{ m} \Rightarrow h = 85 \text{ cm.}$$

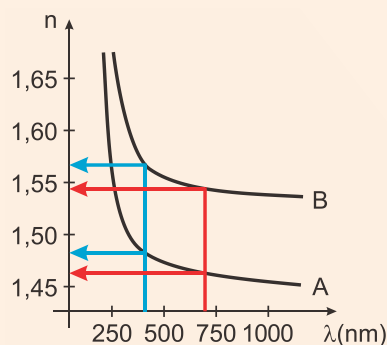
12 | ANULADA

Questão anulada no gabarito oficial.

Análise de todas as alternativas:

[A] **Verdadeira.** A velocidade da luz no meio é inversamente proporcional ao índice de refração, portanto observando-se o gráfico, para 500 nm (luz verde), $n_B > n_A$, logo: $v_B < v_A$.

[B] Falsa. Basta analisar o gráfico:





Conclui-se que para os dois vidros, o índice de refração na região do azul é maior que na região do vermelho

[C] **Falsa.** Como pode-se constatar pelo gráfico acima, o índice de refração na região do vermelho é **maior** para o vidro B em relação ao vidro A.

[D] **Verdadeira.** Usando a Lei de Snell:

$$n_{\text{ar}} \cdot \sin \theta_i = n_{\text{vidro}} \cdot \sin \theta_r$$

Considerando-se $n_{\text{ar}} = 1$, temos:

$$\sin 30^\circ = n_{\text{vidro}} \cdot \sin \theta_r$$

Logo, quanto maior for o índice de refração (vidro B) menor será o seno do ângulo de refração e menor é o ângulo de refração.

$$\text{Portanto, } \sin 30^\circ > \sin \theta_r \Rightarrow \theta_r < 30^\circ$$

[E] **Falsa.** A velocidade da luz no meio é inversamente proporcional ao índice de refração, como visto no item [A], para 500 nm (luz verde), $n_B > n_A$, logo: $V_B < V_A$ e ambos os vidros tendo índice de refração maior que 1, ambas as velocidades de propagação diminuem ao passar do ar para cada vidro e também seus respectivos comprimentos de onda.

Mas, a velocidade e o comprimento de onda são diretamente proporcionais de acordo com a equação $f = \frac{v}{\lambda}$, então $\lambda_B < \lambda_A$ para a situação proposta.

Com isso, conclui-se que a questão possui mais de uma resposta correta sendo este o motivo da anulação.

13 | A

$$n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2 \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{n_1 \cdot \sin \theta_1}{n_2} \Rightarrow$$

$$\sin \theta_2 = \frac{1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{3}{2}} \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{\sqrt{2}}{3}$$

Comparando com os valores fornecidos pela questão temos que $\frac{\sqrt{2}}{3} < \frac{1}{2}$, logo o $\sin \theta_2$ deve ser menor que 30° .

14 | B

A miragem ocorre devido às camadas de ar próximas ao asfalto da estrada serem bem mais quentes que as camadas superiores, com isso, diminuindo a densidade deste ar, provocando refração e reflexão da luz que chega aos nossos olhos formando o fenômeno.

15 | D

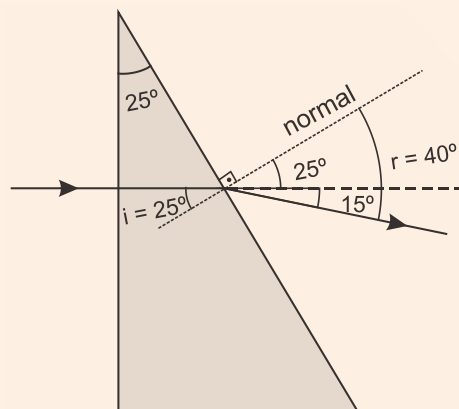
Como o raio refratado se aproxima da normal, o índice de refração do meio 2 é maior que o índice de refração do meio 1, com isso, a velocidade do raio refratado e também o comprimento da onda diminui, mas a frequência da onda permanece inalterada.

16 | B

O fenômeno responsável por dar sentido à piada é a **refração da luz**, pois para um peixe, nas condições citadas acima, a água irá funcionar como uma lente de aumento.

17 | B

A figura mostra os ângulos de incidência (i) e de emergência (r).



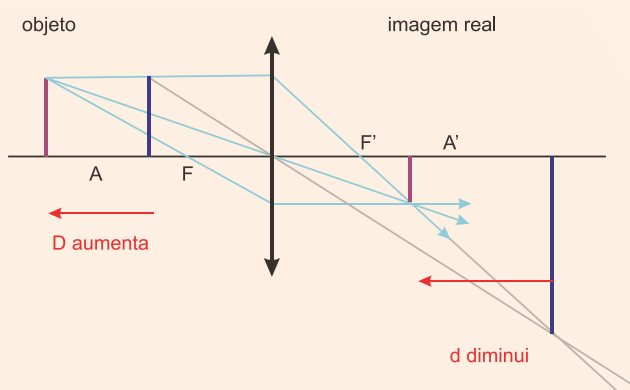
Aplicando a lei de Snell:

$$n_p \sin i = n_{\text{ar}} \sin r \Rightarrow n_p \sin 25^\circ = 1 \cdot \sin 40^\circ \Rightarrow$$

$$n_p \cdot 0,4 = 0,6 \Rightarrow \boxed{n_p = 1,5.}$$

18 | E

De acordo com a imagem real para dois pontos na lente convexa, temos a seguinte construção de imagens:



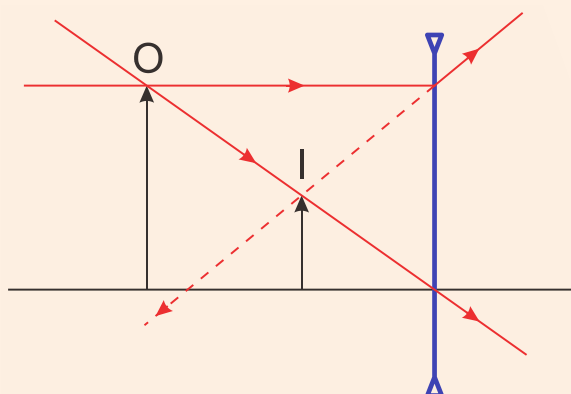


Nota-se que à medida que se aumenta a distância do objeto D , a distância da imagem d fica menor, sendo as duas inversamente proporcionais.

Com isso, o gráfico correto entre essas duas distâncias apresenta uma curva chamada hipérbole corretamente representado na alternativa [E].

19| C

A lente é **divergente** e está posicionada à **direita da imagem**, com mostra a figura.



20| C

[I] Correta. Lente de bordas finas, de material de índice de refração n , quando imersa num meio de índice de refração n_m é:

Convergente, se $n > n_m$;
Divergente, se $n < n_m$.

1º Experimento: a lente S é imersa num meio de índice n_1 e seu comportamento óptico é o mesmo de uma lente côncavo-convexa imersa no ar, ou seja, **convergente**. Então: $n > n_1$.

2º Experimento: a lente S é imersa num meio de índice n_2 e seu comportamento óptico é o mesmo de uma lente convexo-côncava imersa no ar, ou seja, **divergente**. Então: $n < n_1 \Rightarrow n_2 > n$.

Confrontando os dois resultados obtidos, conclui-se que: $n_2 > n > n_1$.

[II] Incorreta. Lente plano-côncava não é de bordas finas.

[III] Correta. As vergências (V) têm sinais opostos. No 1º experimento, e no segundo, $V_2 < 0$. Logo: $\frac{V_1}{V_2} < 0$.

[IV] Incorreta. As distâncias focais dependem dos índices de refração dos meios. Além disso, elas têm sinais opostos, não podendo ser iguais.

21| C

$$C = \frac{1}{f}$$

$$C_1 = \frac{1}{5 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow C_1 = 20 \text{ di}$$

$$C_2 = \frac{1}{-10 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow C_2 = -10 \text{ di}$$

$$C_3 = \frac{1}{20 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow C_3 = 5 \text{ di}$$

$$C_4 = \frac{1}{-40 \cdot 10^{-2}} \Rightarrow C_4 = -2,5 \text{ di}$$

Somando a convergência de cada alternativa, encontraremos que $C_1 + C_3 = 25 \text{ di}$ será a maior convergência.

22| E

$$p = \frac{2}{3} \cdot f$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{2}{3} \cdot f} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} - \frac{3}{2 \cdot f} = \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{2-3}{2 \cdot f} = \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{-1}{2 \cdot f} = \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = -2f$$

$$\frac{1}{f} - \frac{3}{2 \cdot f} = \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{2-3}{2f} = \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = -2f$$

$$A = -\frac{p'}{p} \Rightarrow A = -\frac{-2f}{\frac{2}{3} \cdot f} \Rightarrow A = \frac{2}{\frac{2}{3}} \Rightarrow A = \frac{6}{2} \Rightarrow A = 3$$

23| D

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{3 \cdot 10^{-3}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{3 \cdot 10^{-3}} - \frac{1}{3} = \frac{1}{p'}$$

$$\frac{3 - 3 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-3} \cdot 3} = \frac{1}{p'}$$

$$\frac{3 - 3 \cdot 10^{-3}}{9 \cdot 10^{-3}} = \frac{1}{p'}$$

$$p' = \frac{9 \cdot 10^{-3}}{3 - 3 \cdot 10^{-3}}$$

$$p' \cong \frac{9 \cdot 10^{-3}}{3} \Rightarrow p' \cong 3 \cdot 10^{-3}$$

$$A \cong \left| \frac{p'}{p} \right| \Rightarrow A \cong \left| \frac{3 \cdot 10^{-3}}{3} \right| \Rightarrow A \cong 1 \cdot 10^{-3}$$

**24| E**

A maioria das alternativas pode ser resolvida analisando-se a equação dos fabricantes de lente ou equação de Halley, que relaciona a vergência de uma lente, com a razão entre os índices de refração da lente e do meio e os raios de curvatura das duas faces da lente:

$$C = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_{\text{lente}}}{n_{\text{meio}}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

Análise das alternativas:

[V] A distância focal f da lente colocada no ar é positiva e, portanto, a lente é convergente. Para testar basta usar a parte da equação que dá a razão entre os índices de refração e verificar o sinal.

$$\left(\frac{n_{\text{lente}}}{n_{\text{meio}}} - 1 \right) = \left(\frac{1,54}{1,02} - 1 \right) > 0 \therefore f > 0$$

[V] Fazendo o teste dos índices de refração novamente, agora para o caso da lente colocada no líquido:

$$\left(\frac{n_{\text{lente}}}{n_{\text{meio}}} - 1 \right) = \left(\frac{1,54}{1,67} - 1 \right) < 0 \therefore f < 0$$

[F] Nos dois casos, a distância focal passa de positiva para negativa, significando uma mudança em seus valores, portanto falsa.

[F] Como o raio luminoso incidente parte de um meio menos refringente para um meio mais refringente, o raio refratado se aproxima da normal.

25| B

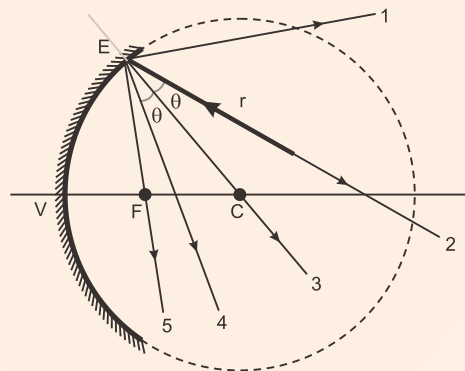
Ao iluminarmos a placa com luz monocromática azul, a cor azul será refletida nas palavras pintadas de branco, pois o branco reflete todas as cores e na palavra pintada de azul, com isso enxergaremos as palavras “PRETO, VERDE e VERMELHO” e as cores preto e azul somente.

26| C

Ao passar de um meio menos refringente para um meio mais refringente, a luz **diminui** sua velocidade de propagação, porém a frequência da onda eletromagnética **não muda** com a alteração do meio de propagação da luz. Já a luz refletida, não sofre o efeito da alteração da velocidade, sendo a mesma em relação à radiação incidente no vidro.

27| D

Esta questão envolve conhecimentos de fundamentos de óptica, com relação à reflexão em espelhos quaisquer, que nos diz que o raio refletido sempre terá o mesmo ângulo de incidência em relação à reta normal. O raio incidente r está deslocado em relação à reta normal no ponto de incidência no espelho, representada pela reta que passa pelo centro (C) e o ângulo entre elas nos revela o trajeto da luz refletida e tem o mesmo ângulo entre a reta normal, sendo, portanto a reta 4, conforme representação na figura abaixo.

**28| B**

A partir do padrão de interferência (figura 2), a distância de separação entre dois máximos de intensidade luminosa Δx pode ser relacionada com o diâmetro da fibra d , a distância entre o anteparo e a fibra óptica D e o comprimento de onda do laser λ usado na medida através da equação ajustada para interferência construtiva:

$$d = \frac{\lambda \cdot D}{\Delta x}$$

Substituindo os valores fornecidos no problema, temos:

$$d = \frac{650 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot 2 \text{ m}}{1 \cdot 10^{-2} \text{ m}} \therefore d = 130 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 130 \mu\text{m}$$

01 Um painel coletor de energia solar para aquecimento residencial de água, com 60% de eficiência, tem superfície coletora com área útil de 20 m^2 . A água circula em tubos fixados sob a superfície coletora. Suponha que a intensidade da energia solar incidente seja de $2,0 \times 10^3 \text{ W/m}^2$ e que a vazão de suprimento de água aquecida seja de 6,0 litros por minuto.

Assinale a opção que indica aproximadamente a variação da temperatura da água.

Dados: $c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/}^\circ\text{C}$ e $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$.

- A** $12,2^\circ\text{C}$
- B** $22,7^\circ\text{C}$
- C** $37,3^\circ\text{C}$
- D** $45,6^\circ\text{C}$
- E** $57,1^\circ\text{C}$

02 Os cilindros medicinais são destinados a armazenar gases sob alta pressão. Os cilindros são específicos para cada tipo de gás e são identificados segundo normas da ABNT, por cores diferentes e válvulas específicas para cada tipo de gás a ser envazado, como: Oxigênio Medicinal, Ar Comprimido Medicinal, Nitrogênio, Dióxido de Carbono e Óxido Nitroso.

Um residente recebe um cilindro fechado com um determinado gás (considerar ideal e monoatômico) superaquecido a temperatura inicial de 327°C e baixa sua temperatura para uso a 27°C .

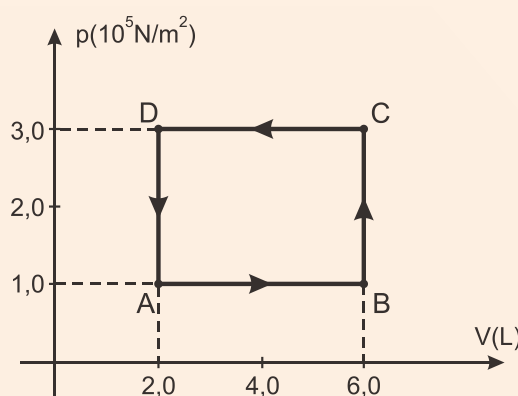
Com diminuição da temperatura como fica a energia cinética média das moléculas?

- A** duplicada.
- B** reduzida em $1/4$.
- C** reduzida à metade.
- D** inalterada.

03 Durante um experimento, um gás perfeito é comprimido, adiabaticamente, sendo realizado sobre ele um trabalho de 800 J. Em relação ao gás, ao final do processo, podemos afirmar que:

- A** o volume aumentou, a temperatura aumentou e a pressão aumentou.
- B** o volume diminuiu, a temperatura diminuiu e a pressão aumentou.
- C** o volume diminuiu, a temperatura aumentou e a pressão diminuiu.
- D** o volume diminuiu, a temperatura aumentou e a pressão aumentou.
- E** o volume aumentou, a temperatura aumentou e a pressão diminuiu.

04 Um sistema termodinâmico constituído de n mols de um gás perfeito monoatômico desenvolve uma transformação cíclica ABCDA representada no diagrama a seguir.



De acordo com o apresentado pode-se afirmar que

- A** o trabalho em cada ciclo é de 800 J e é realizado pelo sistema.
- B** o sistema termodinâmico não pode representar o ciclo de uma máquina frigorífica uma vez que o mesmo está orientado no sentido anti-horário.



C a energia interna do sistema é máxima no ponto D e mínima no ponto B.

D em cada ciclo o sistema libera 800 J de calor para o meio ambiente.

05 Uma máquina térmica que opera, segundo o ciclo de Carnot, executa 10 ciclos por segundo. Sabe-se que, em cada ciclo, ela retira 800 J da fonte quente e cede 400 J para a fonte fria. Se a temperatura da fonte fria é igual a 27°C , o rendimento dessa máquina e a temperatura da fonte quente valem, respectivamente,

A 20%; 327 K.

B 30%; 327 K.

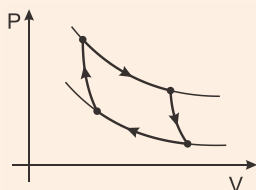
C 40%; 700 K.

D 50%; 600 K.

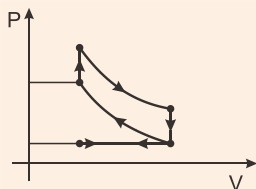
06 Atualmente, os combustíveis mais utilizados para o abastecimento dos carros de passeio, no Brasil, são o etanol e a gasolina. Essa utilização somente é possível porque os motores desses automóveis funcionam em ciclos termodinâmicos, recebendo combustível e convertendo-o em trabalho útil.

Com base nos conhecimentos sobre ciclos termodinâmicos, assinale a alternativa que apresenta corretamente o diagrama da pressão (P) versus volume (V) de um motor a gasolina.

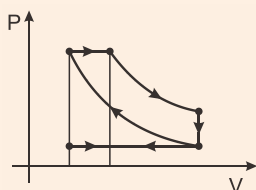
A



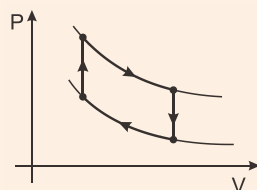
B



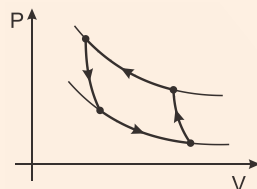
C



D



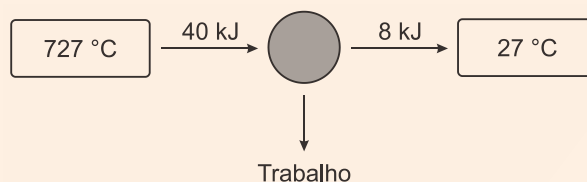
E



07 As máquinas térmicas são capazes de converter calor em trabalho. Elas funcionam em ciclos e utilizam duas fontes de temperaturas diferentes: uma quente, de onde recebe calor, e uma fria, para onde o calor rejeitado é direcionado. A respeito das máquinas térmicas, é importante saber que elas não transformam todo o calor em trabalho, ou seja, o rendimento de uma máquina térmica é sempre inferior a 100%.

Fonte: <http://www.infoescola.com/fisica/machine-termica/>. Acessado em 15 de julho de 2016. (Adaptado)

Um esquema de máquina térmica eficiente é mostrado na figura a seguir:



No que diz respeito à máquina representada, assinale a alternativa CORRETA.

A Ela é ideal.

B Pode funcionar como esquematizada, uma vez que não viola as Leis da Termodinâmica.

C Só pode funcionar entre essas temperaturas, se o calor rejeitado for igual a 12 kJ.

D Trabalha abaixo da eficiência de Carnot.

E Não pode funcionar da forma esquematizada.

08 Um motor de potência 2,5 cv absorve 925 cal/s de uma fonte térmica quente, cuja temperatura é de 927°C . Sendo a temperatura da fonte fria de $80,6^\circ\text{F}$, determine a razão entre o rendimento de um motor de Carnot que operasse entre essas mesmas fontes térmicas e o rendimento do referido motor.

**A** 0,75**B** 1,00**C** 1,50**D** 2,00

09 Em um cilindro isolado termicamente por um pistão de peso desprezível encontra-se $m = 30$ g de água a uma temperatura de 0°C . A área do pistão é $S = 512\text{ cm}^2$, a pressão externa é $p = 1\text{ atm}$. Determine a que altura, aproximadamente, eleva-se o pistão, se o aquecedor elétrico, que se encontra no cilindro, desprende $Q = 24.200\text{ J}$.

Dados: Despreze a variação do volume de água; $1\text{ cal} = 4,2\text{ J}$; $R = 0,082\text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}$; $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18\text{ g/mol}$;

$c_{\text{água}} = 1,0\text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$; $L_{\text{vapor}} = 540\text{ cal/g}$.

A 1,6 cm**B** 8,0 cm**C** 17,0 cm**D** 25,0 cm**E** 32,0 cm

10 Um gás ideal e monoatômico contido em uma garrafa fechada com $0,1\text{ m}^3$ está inicialmente a 300 K e a 100 kPa . Em seguida, esse gás é aquecido, atingindo 600 K .

Nessas condições, o calor fornecido ao gás, em kJ , foi:

A 5**B** 10**C** 15**D** 30**E** 45

11 Uma minúscula bolha de ar sobe até a superfície de um lago. O volume dessa bolha, ao atingir a superfície do lago, corresponde a uma variação de 50% do seu volume em relação ao volume que tinha quando do início do movimento de subida. Considerando a pressão atmosférica como sendo de 10^5 Pa , a aceleração gravitacional de 10 m/s^2 e a densidade da água de 1 g/cm^3 , assinale a alternativa que apresenta a distância percorrida pela bolha durante esse movimento se não houve variação de temperatura significativa durante a subida da bolha.

A 2 m.**B** 3,6 m.**C** 5 m.**D** 6,2 m.**E** 8,4 m.

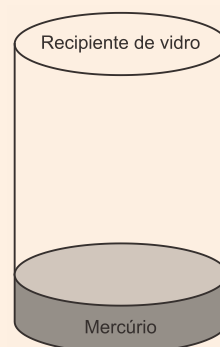
12 Duas barras metálicas representadas por (A) e (B) possuem comprimentos iniciais L_{0A} e L_{0B} , coeficientes de dilatação lineares α_A e α_B e sofreram variações de temperatura ΔT_A e ΔT_B , respectivamente. Sabendo que $L_{0A} = 5 \cdot L_{0B}$, $\alpha_B = 8 \cdot \alpha_A$ e $\Delta T_A = 2 \cdot \Delta T_B$, podemos escrever que a razão entre as variações de comprimento ΔL_A e ΔL_B , ou seja, $\Delta L_A / \Delta L_B$ vale

A 0,25**C** 0,80**E** 1,50**B** 0,50**D** 1,25

13 Considere um recipiente de vidro com certo volume de mercúrio, ambos em equilíbrio térmico numa dada temperatura θ_0 , conforme mostra a figura a seguir.

O conjunto, recipiente de vidro e mercúrio, é colocado num forno à temperatura θ , com $\theta > \theta_0$.

Sejam os coeficientes de dilatação volumétrica do vidro e do mercúrio iguais, respectivamente, a $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ e $1,8 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.



De quantas vezes o volume do recipiente deve ser maior que o volume inicial de mercúrio, para que o volume vazio do recipiente permaneça constante a qualquer temperatura?

A 11.**B** 12.**C** 13.**D** 14.**E** 15.



14| Neste sábado, começa a maior, mais famosa e mais esperada competição do ciclismo mundial, o Tour de France. (...) Do dia 2 ao dia 24 de julho, os ciclistas vão encarar as grandes montanhas francesas e as mais belas paisagens em busca da tão sonhada camisa amarela. (...) Serão vinte e duas etapas – nove planas, uma de alta montanha, nove de montanha e duas de relógio individual – e 3.519 km percorridos ao longo de todo o território francês, uma média de 167,5 km pedalados por dia.

Fonte: http://espn.uol.com.br/noticia/610082_equipos-favoritos-camisas-e-curiosidades-saiba-tudo-sobre-o-tour-de-france-2016.

Acessado em 15 de julho de 2016. (Adaptado)

Ao longo dessa competição, um ciclista viaja por diversos locais, onde ele e sua bicicleta experimentam as mais diferentes temperaturas. Desejando um melhor desempenho aerodinâmico na prova, um atleta analisa o comportamento geométrico dos raios (barras cilíndricas maciças) disponíveis para instalar nas rodas de sua bicicleta, com a variação de temperatura. Em seu experimento, dois raios de alumínio, A e B, de comprimentos L e $2L$ e diâmetros $4r$ e $2r$, respectivamente, são aquecidos até a mesma temperatura, a partir de uma mesma temperatura inicial.

A razão entre o aumento de volume do raio A com respeito ao raio do tipo B é

- A** 1: 1
- B** 1: 2
- C** 2: 1
- D** 1: 4
- E** 4: 1

15| O primeiro banho de um recém-nascido só deve acontecer cerca de seis horas após o nascimento, quando sua temperatura corporal e suas funções cardiorrespiratórias estiverem estáveis. (...) A temperatura ideal da água é entre 36°C e 37°C . É possível medir a temperatura com termômetros específicos para o banho ou usando o antebraço. É comum que a temperatura ideal da água para o banho do bebê dê a impressão de morna aos adultos. Por isso, testar no antebraço ou com o dorso da mão é mais eficiente.

Fonte: <http://revistacrescer.globo.com/Revista/Crescer/0,,E-MI330848-18560,00.html>. Acessado em 13 de julho de 2016.

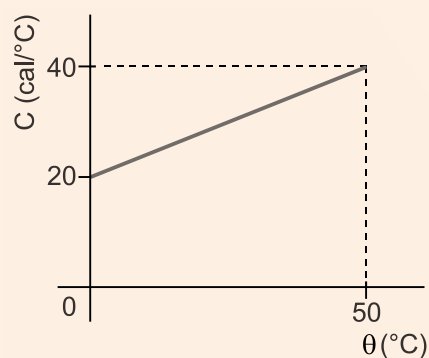
Seguindo as recomendações, uma mãe que vai dar banho em seu filho recém-nascido vai misturar duas porções de água: uma com temperatura de 20°C

(fria) e outra mais quente, ambas em uma banheira de 20 litros. A banheira deve estar com água fria em $2/3$ de sua capacidade antes de se misturar à porção de água quente.

Quantos litros de água a mãe deve ferver a 100°C para misturar com a água fria, visando atingir a temperatura ideal do banho de 36°C ?

- A** 0,30
- B** 1,20
- C** 3,33
- D** 16,7
- E** 53,3

16| Analise o gráfico a seguir, que indica a variação da capacidade térmica de um corpo (C) em função da temperatura (θ).



A quantidade de calor absorvida pelo material até a temperatura de 50°C , em calorías, é igual a:

- A** 500
- B** 1500
- C** 2000
- D** 2200

17| Em uma panela foi adicionada uma massa de água de 200 g à temperatura de 25°C . Para transformar essa massa de água totalmente em vapor a 100°C , qual deve ser a quantidade total de calor fornecida, em calorías? (Considere calor específico da água $c = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$).

- A** 1.500
- B** 20.000
- C** 100.000
- D** 123.000



18 Em um dia muito quente, em que a temperatura ambiente era de 30°C , Sr. Aldemir pegou um copo com volume de 194 cm^3 de suco à temperatura ambiente e mergulhou nele dois cubos de gelo de massa 15 g cada. O gelo estava a -4°C e fundiu-se por completo. Supondo que o suco tem o mesmo calor específico e densidade que a água e que a troca de calor ocorra somente entre o gelo e suco, qual a temperatura final do suco do Sr. Aldemir?

Assinale a alternativa CORRETA.

Dados: $c_{\text{água}} = 1,0\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$; $c_{\text{gelo}} = 0,5\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ e $L_{\text{gelo}} = 80\text{ cal/g}$.

- A** 0°C
- B** 2°C
- C** 12°C
- D** 15°C
- E** 26°C

19 Um sistema de aquecimento elétrico residencial, de potência nominal P , precisa de 10 minutos para elevar a temperatura de um volume de água de $0,02\text{ m}^3$ de 20°C para 50°C . Considerando que o calor específico da água é de $1\text{ cal/(g} \cdot ^{\circ}\text{C)}$, podemos afirmar que a potência do aquecedor, em W , é de aproximadamente:

(Considere a densidade da água igual a 1.000 kg/m^3 e que $1\text{ cal} = 4,2\text{ J}$)

- A** 1.250
- B** 5.500
- C** 4.200
- D** 6.500
- E** 3.900

20 Um aprendiz de cozinheiro colocou $1,0$ litro de água em temperatura ambiente (25°C) numa panela sem tampa e a deixou aquecendo em um fogão elétrico, sobre uma boca de potência de 2.000 W .

Considerando-se que toda a energia fornecida pela boca é absorvida pela água, qual o tempo mínimo aproximado em que toda a água evapora?

Dados:

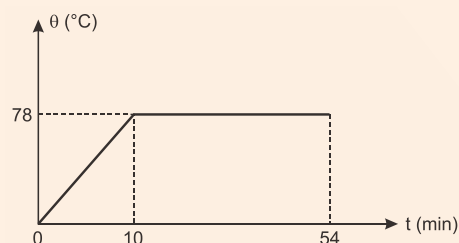
calor latente de vaporização da água = 2.256 kJ/kg

calor específico da água = $4,2\text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$

densidade da água 1.000 kg/m^3

- A** 18,2 min
- B** 21,4 min
- C** 36,0 min
- D** 42,7 min
- E** 53,8 min

21 Sabe-se que um líquido possui calor específico igual a $0,58\text{ cal/g} \cdot ^{\circ}\text{C}$. Com o intuito de descobrir o valor de seu calor latente de vaporização, foi realizado um experimento onde o líquido foi aquecido por meio de uma fonte de potência uniforme, até sua total vaporização, obtendo-se o gráfico abaixo. O valor obtido para o calor latente de vaporização do líquido, em cal/g , está mais próximo de:



- A** 100
- B** 200
- C** 540
- D** 780

22 Um meteorologista mediu por duas vezes em um mesmo dia a umidade relativa do ar e a temperatura do ar quando estava em um pequeno barco a remo no meio de um grande lago. Os dados encontram-se apresentados na tabela a seguir:

Medida	Período do dia	Umidade relativa	Temperatura do ar
1	Manhã	40%	300 K
2	Tarde	70%	300 K

Diante do exposto, a razão entre as taxas de evaporação de água do lago calculadas na primeira e na segunda medida de umidade relativa do ar é:

- A** 16/13
- B** 17/14
- C** 2
- D** 7/4
- E** 4



TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Adote os seguintes valores quando necessário:

Módulo da aceleração da gravidade (g) = $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

1 quilograma-força (kgf) = 10 N

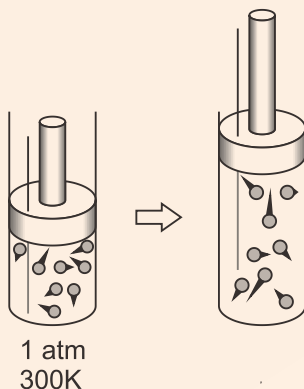
1 cal = 4 J

1 cv = 740 W

1 tonelada = 10^3 kg

1 atm = $1 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$

23 |



Um gás monoatômico submetido a uma pressão de 1 atm possui volume de 1.000 cm^3 quando sua temperatura é de 300 K. Após sofrer uma expansão isobárica, seu volume é aumentado para 300% do valor inicial.

Determine a variação da energia interna do gás e o trabalho mecânico, em joules, realizado pelo gás durante essa transformação.

A $2 \cdot 10^2$ e $3 \cdot 10^2$

B $2 \cdot 10^8$ e $2 \cdot 10^8$

C $3 \cdot 10^4$ e $2 \cdot 10^4$

D $3 \cdot 10^2$ e $2 \cdot 10^2$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Considere o campo gravitacional uniforme.

24 | Em uma máquina térmica ideal que opere em ciclos, todos os processos termodinâmicos, além de reversíveis, não apresentariam dissipação de energia causada por possíveis efeitos dos atritos internos nos mecanismos ou turbulências no fluido operador da

máquina. O ciclo de Carnot é um bom exemplo de processo termodinâmico idealizado, que apresentaria a maior eficiência possível na transformação de calor em trabalho útil. A eficiência para uma máquina de Carnot operando entre as temperaturas absolutas de 300 K e 900 K seria de aproximadamente _____, e a entropia do sistema ficaria _____ durante o processo.

A 66% – maior

B 66% – igual

C 33% – menor

D 33% – maior

E 100% – igual

GABARITO

01 | E

Cálculo da potência útil:

$$P = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 20 \text{ m}^2 \cdot 0,6 = 24000 \text{ W}$$

A quantidade de calor trocada é dada por:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta = m \cdot 1 \cdot 4,2 \cdot \Delta\theta$$

Substituindo esse resultado na equação abaixo, vem:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m}{\Delta t} \cdot 4,2 \cdot \Delta\theta$$

Como:

$$\frac{m}{\Delta t} = 6 \frac{\text{g}}{\text{min}} = \frac{6}{60} \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Temos que:

$$24000 = \frac{6}{60} \cdot 4,2 \cdot \Delta\theta$$

$$\therefore \Delta\theta \cong 57,1^\circ\text{C}$$

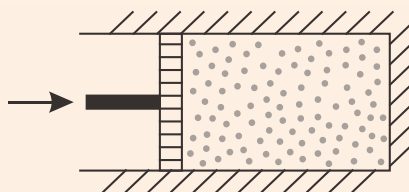
02 | C

A energia cinética média das moléculas do gás é diretamente proporcional à temperatura absoluta.

Dados: $T_1 = 327^\circ\text{C} = 600\text{K}$; $T_2 = 27^\circ\text{C} = 300\text{K}$.

$$e_c = k T \Rightarrow \frac{e_{c2}}{e_{c1}} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{300}{600} = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{e_{c2} = \frac{e_{c1}}{2}}$$

A energia cinética média das moléculas fica reduzida à metade.

**03 | D**

Partindo da 1ª Lei da Termodinâmica, tem-se que:

$$\Delta U = Q - \tau \quad (1)$$

sendo ΔU a variação da energia interna do gás, Q o calor inserido no gás e τ o trabalho realizado pelo gás.

Como o processo é adiabático, ou seja, sem troca de calor, $Q = 0 \text{ J}$.

Como o trabalho foi realizado sobre o gás, então $\tau < 0$, ou seja, $\tau = -800 \text{ J}$.

Substituindo-se esses valores na equação 1, tem-se que:

$$\Delta U = 0 - (-800) = 800 \text{ J}$$

$$\Delta U = 800 \text{ J}$$

Para gases perfeitos, é válida a seguinte relação:

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR \Delta T \quad (2)$$

sendo n o número de moles do gás, R a constante universal dos gases e ΔT a variação da temperatura do gás.

Como $\Delta U = 800 \text{ J} > 0$, então, pela equação 2, $\Delta T > 0$.

Como o trabalho está sendo realizado sobre o gás, ou seja, o mesmo está sendo comprimido, então $\Delta U < 0$, quer dizer, o gás reduz de volume.

Da equação de Clapeyron para gases perfeitos:

$$pV = nRT \Rightarrow p = \frac{nRT}{V} \quad (3)$$

E considerando que T aumentou ($\Delta T > 0$) e V diminuiu ($\Delta V < 0$), conclui-se da equação 3 que p aumentou ($\Delta p > 0$).

Logo, o volume diminuiu, a temperatura aumentou e a pressão aumentou.

04 | D

Deve-se notar que o ciclo é **anti-horário** e que o volume está expresso em litro ($1 \text{ L} = 10^{-3} \text{ m}^3$), tratando-se de um ciclo refrigerador.

O trabalho (W) recebido a cada ciclo é calculado pela área interna do ciclo:

$$W = -(6-2) \times 10^{-3} \times (3-1) \times 10^5 \Rightarrow W = -800 \text{ J}$$

Como numa transformação cíclica a variação da energia interna é nula, aplicando a primeira lei da termodinâmica ao ciclo, vem:

$$Q = \Delta U + W \Rightarrow Q = 0 + (-800) \Rightarrow \boxed{Q = -800 \text{ J}}$$

O sinal negativo indica calor liberado para o meio ambiente.

**05 | D**

O rendimento dessa máquina é dado por:

$$\eta = 1 - \frac{Q_1}{Q_2} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{400 \text{ J}}{800 \text{ J}} \therefore \eta = 0,5 \text{ ou } 50\%$$

A temperatura da fonte quente pode ser obtida com equação semelhante, utilizando na escala Kelvin:

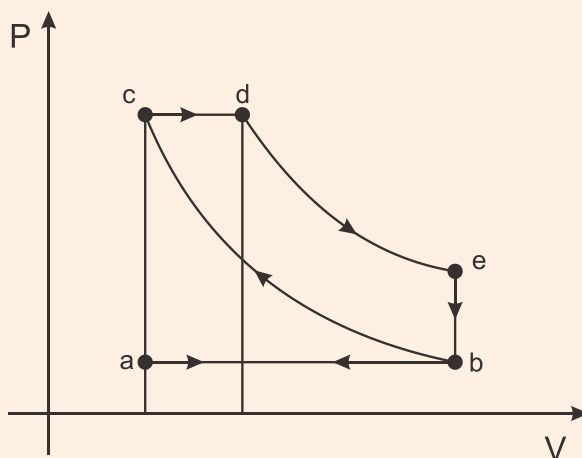
$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow 0,5 = 1 - \frac{300 \text{ K}}{T_2} \therefore T_2 = 600 \text{ K}$$

06 | B

A patente do ciclo termodinâmico de um motor à combustão interna foi requerida pelo engenheiro francês Beaus de Rochas, mas este foi implementado e construído primeiramente por Nicolaus August Otto, engenheiro alemão, que dá nome ao ciclo. O ciclo Otto de um motor à combustão possui as seguintes etapas:

1. Admissão isobárica (a – b);
2. Compressão adiabática (b – c);
3. Explosão (c – d) e Expansão adiabática (d – e);
4. Descarga (e – b) e Exaustão isobárica (b – a).

Conforme indicado na figura abaixo:

**07 | E**

Análise das alternativas:

[A] **Falsa.** Seria ideal se o rendimento fosse igual a 100%, o que não é possível, pois a fonte fria deveria sofrer um resfriamento a 0 Kelvin, impossível para um sistema físico.

[B] **Falsa.** Para determinar se a máquina pode funcionar como o esquema, devemos testar o rendimento quando usamos as temperaturas e quando usamos o calor trocado, com as equações:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Usando as temperaturas absolutas:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{300}{1000} \therefore \eta = 0,7 = 70\%$$



Usando os calores trocados:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{8 \text{ kJ}}{40 \text{ kJ}} \therefore \eta = 0,8 = 80\%$$

Logo, não é possível que a máquina térmica funcione com esse esquema devido a inconsistência dos valores e do rendimento muito alto quando comparado com outras, como por exemplo: motores de automóveis em média 22%, motores a diesel em torno de 25% e turbinas a gás em média de 33%.

[C] **Falsa.** Neste caso, o rendimento usando os calores, seria:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{12 \text{ kJ}}{40 \text{ kJ}} \therefore \eta = 0,7 = 70\%$$

Contudo ainda temos um rendimento considerado absurdo para máquinas térmicas reais, em que o máximo possível está por volta dos 40%.

[D] **Falsa.** Pelos cálculos dos rendimentos, nota-se que estão bem acima da eficiência do ciclo de Carnot.

[E] **Verdadeira.** Conforme constatado no item [B].

08 | C

Para o cálculo do rendimento da máquina de Carnot, primeiramente devemos transformar as temperaturas das fontes quente T_q e fria T_f para a escala Kelvin:

$$T_q = 927 + 273 \therefore T_q = 1200 \text{ K}$$

$$\frac{T_f - 273}{5} = \frac{80,6 - 32}{9} \therefore T_f = 300 \text{ K}$$

O rendimento da máquina de Carnot η_{Carnot} será:

$$\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_f}{T_q} \Rightarrow \eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{300 \text{ K}}{1200 \text{ K}} \therefore \eta_{\text{Carnot}} = 0,75$$

A potência total P_t do motor em watts é calculada pelo calor absorvido:

$$P_t = 925 \frac{\text{cal}}{\text{s}} \cdot \frac{4 \text{ J}}{1 \text{ cal}} \therefore P_t = 3700 \text{ W}$$

E a potência útil do motor P_u , também em watts, é dada por:

$$P_u = 2,5 \text{ cv} \cdot \frac{740 \text{ W}}{1 \text{ cv}} \therefore P_u = 1850 \text{ W}$$

Logo, o rendimento do motor η_{motor} pode ser obtido:

$$\eta_{\text{motor}} = \frac{P_u}{P_t} \Rightarrow \eta_{\text{motor}} = \frac{1850 \text{ W}}{3700 \text{ W}} \therefore \eta_{\text{motor}} = 0,5$$

Finalmente, fazendo a razão entre os rendimentos, obtemos a resposta:

$$\frac{\eta_{\text{Carnot}}}{\eta_{\text{motor}}} = \frac{0,75}{0,5} \therefore \frac{\eta_{\text{Carnot}}}{\eta_{\text{motor}}} = 1,5$$

**09 | [C]**

Dados:

$p = 1 \text{ atm}$; $\Delta\theta = 100 \text{ }^\circ\text{C}$; $m = 30 \text{ g}$; $S = 512 \text{ cm}^2$, $Q = 24.200 \text{ J}$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$;
 $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L/mol} \cdot \text{K}$; $M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol}$; $c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/g } ^\circ\text{C} = 4,2 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$;
 $L_{\text{vapor}} = 540 \text{ cal/g} = 2.268 \text{ J/g}$.

- Cálculo da massa de água que transforma em vapor (m_v): (m_v):

$$Q = m c_{\text{água}} \Delta\theta + m_v L_{\text{vapor}} \Rightarrow 24.200 = 30 \times 4,2 \times 100 + m_v \times 2.268 \Rightarrow$$
$$2.268 m_v = 11.600 \Rightarrow m_v = 5 \text{ g}.$$

- Cálculo do volume ocupado pelo vapor d'água, considerado como gás perfeito.

$$pV = nRT \Rightarrow pV = \frac{m_v}{M_{\text{H}_2\text{O}}} RT \Rightarrow 1 V = \frac{5}{18} \times 0,082 \times 373 \Rightarrow V = 8,5 \text{ L} \Rightarrow V = 8.500 \text{ cm}^3.$$

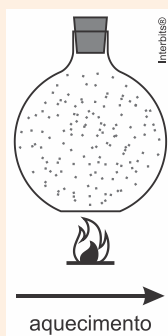
- Cálculo da altura:

$$V = A h \Rightarrow 512 h = 8.500 \Rightarrow h = \frac{8.500}{512} = 16,6 \text{ cm} \Rightarrow \boxed{h \cong 17 \text{ cm.}}$$

10 | C

Dados:

$$V_1 = 0,1 \text{ m}^3$$
$$T_1 = 300 \text{ K}$$
$$p_1 = 100 \text{ kPa}$$



$$V_2 = V_1 = 0,1 \text{ m}^3$$
$$T_2 = 600 \text{ K}$$
$$p_2 = ?$$

Da 1ª Lei da Termodinâmica, tem-se que:

$$\Delta T = Q - \tau \text{ (I)}$$

sendo ΔT a variação da energia interna do gás, Q o calor fornecido ao gás e τ o trabalho realizado pelo gás.

Como não há variação de volume, $\tau = 0$. E então, da equação (I):

$$\Delta T = Q \text{ (II)}$$

Considerando a hipótese de gás ideal, monoatômico, é válida a equação de Clapeyron.

Na situação 1, anterior ao aquecimento:

$$nRT_1 = p_1V_1 \text{ (III)}$$

Na situação 2, posterior ao aquecimento:

$$nRT_2 = p_2V_2 \text{ (IV)}$$



Subtraindo a equação (III) da equação (IV):

$$nR\Delta T = nR(T_2 - T_1) = p_2V_2 - p_1V_1 \quad (V)$$

Para gases ideais monoatômicos a variação da energia interna é dada por:

$$\Delta U = \frac{3}{2}nR\Delta T \quad (VI)$$

Substituindo-se a equação (V) na equação (VI), tem-se que:

$$\Delta U = \frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) \quad (VII)$$

Das equações (VII) e (II), conclui-se que o calor fornecido é dado por:

$$Q = \frac{3}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) \quad (VIII)$$

Das equações (III) e (IV), conclui-se que:

$$nR = \frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \Rightarrow p_2V_2 = \frac{T_2}{T_1}p_1V_1 \quad (IX)$$

Substituindo-se a equação (IX) na equação (VIII), tem-se que:

$$Q = \frac{3}{2} \left[\frac{T_2}{T_1} p_1V_1 - p_1V_1 \right] = \frac{3}{2} \left(\frac{T_2}{T_1} - 1 \right) p_1V_1 \quad (X)$$

Substituindo-se, por fim, os valores numéricos em (X), tem-se:

$$Q = \frac{3}{2} \left(\frac{600}{300} - 1 \right) \times 100 \text{ [kPa]} \times 10^{-1} \text{ [m}^3\text{]} \\ Q = 15 \text{ kJ}$$

11 | C

Considerando o gás da bolha como gás ideal e sendo o processo isotérmico, pela equação geral dos gases:

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p V}{T} \Rightarrow p_0 V_0 = 10^5 \text{ Pa} \cdot (V_0 + 0,5V_0)$$

Achamos a pressão do ponto onde a bolha se formou.

$$p_0 V_0 = 10^5 \text{ Pa} \cdot 1,5 V_0 \therefore p_0 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Usando A Lei de Stevin, que relaciona a pressão à profundidade, tem-se:

$$p_0 = \mu g h + p_{\text{atm}} \Rightarrow h = \frac{p_0 - p_{\text{atm}}}{\mu g} \\ h = \frac{1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} - 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2} \therefore h = 5 \text{ m}$$

12 | D

A dilatação de cada barra é dada por:



$$\Delta L_A = L_{0A} \cdot \alpha_A \cdot \Delta T_A \text{ e}$$

$$\Delta L_B = L_{0B} \cdot \alpha_B \cdot \Delta T_B$$

Dividindo as duas equações e substituindo os valores informados, temos:

$$\Delta L_A / \Delta L_B = \frac{L_{0A} \cdot \alpha_A \cdot \Delta T_A}{L_{0B} \cdot \alpha_B \cdot \Delta T_B} \Rightarrow \Delta L_A / \Delta L_B = \frac{5 \cdot \cancel{L_{0B}} \cdot \alpha_A \cdot 2 \cdot \cancel{\Delta T_B}}{\cancel{L_{0B}} \cdot 8 \cdot \alpha_A \cdot \cancel{\Delta T_B}} \therefore \Delta L_A / \Delta L_B = 1,25$$

13| E

As equações que representam as dilatações volumétricas do vidro e do mercúrio são:

$$\Delta V_{\text{vidro}} = V_{0,\text{vidro}} \cdot \alpha_{\text{vidro}} \cdot \Delta T \quad (1)$$

$$\Delta V_{\text{Hg}} = V_{0,\text{Hg}} \cdot \alpha_{\text{Hg}} \cdot \Delta T \quad (2)$$

As dilatações volumétricas tanto do vidro como do mercúrio devem ser iguais para permanecer o volume de vazios constantes, portanto:

$$\Delta V_{\text{vidro}} = \Delta V_{\text{Hg}} \quad (3)$$

Igualando as duas equações e simplificando as variações de temperatura:

$$V_{0,\text{vidro}} \cdot \alpha_{\text{vidro}} \cdot \cancel{\Delta T} = V_{0,\text{Hg}} \cdot \alpha_{\text{Hg}} \cdot \cancel{\Delta T} \quad (4)$$

Fazendo a razão entre os volumes iniciais e substituindo os coeficientes de dilatação volumétrica para cada material, temos:

$$\frac{V_{0,\text{vidro}}}{V_{0,\text{Hg}}} = \frac{\alpha_{\text{Hg}}}{\alpha_{\text{vidro}}} \quad (5)$$

$$\frac{V_{0,\text{vidro}}}{V_{0,\text{Hg}}} = \frac{1,8 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}} \Rightarrow \frac{V_{0,\text{vidro}}}{V_{0,\text{Hg}}} = 15$$

14| C

A dilatação volumétrica de cada barra cilíndrica é dada por:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

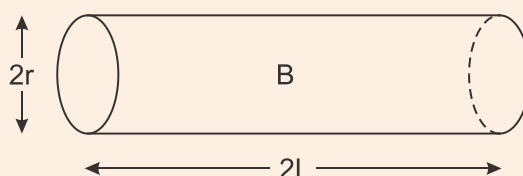
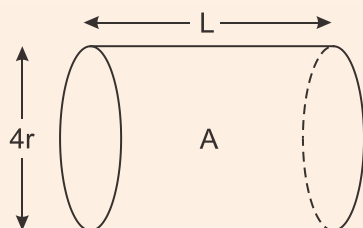
Logo, a razão entre as dilatações das duas barras cilíndricas será:

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_{0A} \cdot \gamma \cdot \Delta T}{V_{0B} \cdot \gamma \cdot \Delta T}$$

Como os materiais das barras e as diferenças de temperaturas são iguais, simplificamos,

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_{0A}}{V_{0B}}$$

Os cilindros estão representados na figura:



E sabendo que o volume de um cilindro é calculado com a equação: $V = \frac{\pi}{4} D^2 h$

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{\frac{\pi}{4} (4r)^2 \cdot L}{\frac{\pi}{4} (2r)^2 \cdot 2L} \Rightarrow \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{16r^2}{8r^2} \therefore \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{2}{1}$$

15 | C

Para o equilíbrio térmico, temos que:

$$\sum Q = 0 \Rightarrow Q_f + Q_q = 0$$

Sendo:

$$Q_f = m_f \cdot c \cdot \Delta T_f \text{ e } Q_q = m_q \cdot c \cdot \Delta T_q$$

Dado que a relação entre a massa de água fria e a capacidade total da banheira é

$$m_f = \frac{2}{3} m_{\text{total}} \Rightarrow m_f = \frac{2}{3} \cdot 20 \text{ kg} \therefore m_f = \frac{40}{3} \text{ kg}$$

Substituindo tudo na equação de equilíbrio térmico:

$$\frac{40}{3} \text{ kg} \cdot c \cdot (36 - 20)^\circ\text{C} + m_q \cdot c \cdot (36 - 100)^\circ\text{C} = 0$$

$$\frac{40}{3} \text{ kg} \cdot (16) + m_q \cdot (-64) = 0$$

$$\frac{40}{3} \text{ kg} \cdot (16) + = 64 \cdot m_q$$

$$m_q = \frac{40}{3} \cdot \frac{16}{64} \text{ kg} \therefore m_q = \frac{10}{3} \text{ kg} = 3,33 \text{ kg}$$

16 | B

$$C_m = \frac{40 + 20}{2} = 30 \text{ cal/}^\circ\text{C}.$$

$$Q = C_m \Delta \theta = 30 \times 50 \Rightarrow \boxed{Q = 1500 \text{ cal.}}$$

**17 | ANULADA**

Questão anulada no gabarito oficial.

A questão foi anulada, pois não forneceu o valor do calor latente de vaporização da água. Caso a questão fornecesse este dado, a resposta correta seria [D].

$$L = 540 \text{ cal/g}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta + m \cdot L$$

$$Q = 200 \cdot 1 \cdot 75 + 200 \cdot 540$$

$$Q = 123.000 \text{ cal}$$

18 | D

Dados: $V_{\text{suco}} = 194 \text{ cm}^3$; $c_{\text{suco}} = c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$; $m_{\text{gelo}} = 2(15) = 30 \text{ g}$; $c_{\text{gelo}} = 0,5 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ e

$$L_{\text{gelo}} = 80 \text{ cal/g}.$$

Se a densidade do suco é igual à da água, 1 g/cm^3 , então a massa de suco é $m_{\text{suco}} = 194 \text{ g}$.

Fazendo o balanço térmico:

$$Q_{\text{suco}} + Q_{\text{gelo}} + Q_{\text{fusão}} + Q_{\text{água}} = 0 \Rightarrow$$

$$(m c \Delta T)_{\text{suco}} + (m c \Delta T)_{\text{gelo}} + (m L)_{\text{gelo}} + (m c \Delta T)_{\text{água}} = 0 \Rightarrow$$

$$194(1)(T - 30) + 30(0,5)[0 - (-4)] + 30(80) + 30(1)(T - 0) = 0 \Rightarrow$$

$$194 T - 5.820 + 60 + 2.400 + 30 T = 0 \Rightarrow 224 T = 3.360 \Rightarrow$$

$$T = 15 ^\circ\text{C}.$$

19 | C

Dados:

$$\Delta t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}; c = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} = 4,2 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}; \Delta\theta = 50 - 20 = 30 ^\circ\text{C}$$

$$d_a = 1.000 \text{ kg/m}^3; V = 0,02 \text{ m}^3.$$

A massa de água aquecida é:

$$m = d_a V = 1.000 \times 0,02 = 20 \text{ kg} \Rightarrow m = 20.000 \text{ g}.$$

Combinando a definição de potência com a equação fundamental da calorimetria:

$$\left\{ \begin{array}{l} P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = P \Delta t \\ Q = m c \Delta\theta \end{array} \right\} \Rightarrow P \Delta t = m c \Delta\theta \Rightarrow P = \frac{m c \Delta\theta}{\Delta t} = \frac{20.000 \times 4,2 \times 30}{600} \Rightarrow P = 4.200 \text{ W}.$$

20 | B

A energia calorífica total E é a soma do calor sensível Q_1 e do calor latente Q_2 , bem como, da potência elétrica P do fogão multiplicada pelo tempo Δt .

$$E = P \cdot \Delta t = Q_1 + Q_2$$

Cálculo do calor sensível para aquecimento da água até a ebulição:



Sabendo que 1L de água é igual a 1 kg de água, então:

$$Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow Q_1 = 1 \text{ kg} \cdot 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot (100 - 25) ^\circ\text{C} \therefore Q_1 = 315 \text{ kJ}$$

Cálculo do calor latente para a vaporização:

$$Q_2 = m \cdot L \Rightarrow Q_2 = 1 \text{ kg} \cdot 2256 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \therefore Q_2 = 2256 \text{ kJ}$$

Calor total necessário para aquecimento e vaporização:

$$E = Q_1 + Q_2 \Rightarrow E = 315 + 2256 \therefore E = 2571 \text{ kJ}$$

Tempo necessário para todo o processo:

$$E = P \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{E}{P} \Rightarrow \Delta t = \frac{2571 \text{ kJ}}{2000 \text{ W}} = \frac{2571 \text{ kJ}}{2 \frac{\text{kJ}}{\text{s}}} \Rightarrow \Delta t = 1285,5 \text{ s} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \therefore$$

$$\therefore \Delta t = 21,425 \text{ min}$$

21 | B

$$P_1 = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P_1 = \frac{m \cdot c \cdot \Delta \theta}{\Delta t_1}$$

$$P_2 = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow P_2 = \frac{m \cdot L}{\Delta t_2}$$

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{m \cdot c \cdot \Delta \theta}{\Delta t_1} = \frac{m \cdot L}{\Delta t_2} \Rightarrow L = \frac{c \cdot \Delta \theta \cdot \Delta t_2}{\Delta t_1}$$

$$L = \frac{0,58 \cdot (78 - 0) \cdot (54 - 10)}{10} \Rightarrow L \cong 200 \text{ cal/g}$$

22 | C

A umidade relativa do ar é definida em %, da seguinte forma:

$$UR = \frac{p_a}{p_s} \times 100(\%) \quad (1)$$

sendo p_s a pressão de saturação do vapor de água na atmosfera, e p_a a pressão parcial de vapor de água na atmosfera.

A equação 1 pode ser escrita da forma a seguir:

$$\frac{p_a}{p_s} = \frac{UR}{100} \quad (2)$$

A fórmula geral da evaporação, proposta por Dalton, para uma superfície líquida exposta à atmosfera é:

$$E = C(p_s - p_a) \quad (3)$$

sendo C um coeficiente empírico, relativo a elementos meteorológicos e E a taxa de evaporação por unidade de área.



A equação 3 pode ser reescrita da forma a seguir, considerando a identidade $1 = \frac{p_s}{p_s}$:

$$E = C(p_s - p_a) \times 1 = C(p_s - p_a) \frac{p_s}{p_s}$$

$$E = Cp_s \left(1 - \frac{p_a}{p_s} \right) \quad (4)$$

Substituindo-se a razão $\left(\frac{p_a}{p_s} \right)$ da equação 2 na equação 4, tem-se que:

$$E = Cp_s \left(1 - \frac{UR}{100} \right) \quad (5)$$

Na primeira medida, tem-se:

$$E_1 = Cp_{s1} \left(1 - \frac{UR_1}{100} \right)$$

Da mesma forma, para a segunda medida, tem-se:

$$E_2 = Cp_{s2} \left(1 - \frac{UR_2}{100} \right)$$

Como $T_1 = T_2 = 300 \text{ K}$, então $p_{s1} = p_{s2}$.

Logo,

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\cancel{C} \cancel{p_{s1}} \left(1 - \frac{UR_1}{100} \right)}{\cancel{C} \cancel{p_{s2}} \left(1 - \frac{UR_2}{100} \right)} = \frac{1 - \frac{40}{100}}{1 - \frac{70}{100}} = \frac{\left(\frac{60}{100} \right)}{\left(\frac{30}{100} \right)} = 2$$

23 | D

A variação da energia interna de um gás ideal monoatômico está associada apenas à energia cinética de translação das moléculas que constituem o sistema gasoso, de acordo com a equação:

$$\Delta U = \frac{3}{2} n \cdot R \cdot \Delta T$$

Para tanto, necessitamos anteriormente, calcular o número de mols n e a temperatura final T_2 após a expansão isobárica.

Da equação dos gases ideais ou perfeitos, usando os dados iniciais, podemos obter o número de mols do gás.

$$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT} = \frac{1 \text{ atm} \cdot 1 \text{ L}}{0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}} \therefore n = 0,04065 \text{ mol}$$

Usando a lei de Charles para o processo isobárico, obtemos a temperatura final T_2 , sabendo, evidentemente, que o volume final fica 3 vezes maior que o volume inicial.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1 \text{ L}}{300 \text{ K}} = \frac{3 \text{ L}}{T_2} \therefore T_2 = 900 \text{ K}$$



Assim, a variação da energia interna do processo, será em joules:

$$\Delta U = \frac{3}{2} n \cdot R \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta U = \frac{3}{2} \cdot 0,04065 \text{ mol} \cdot 8,314 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot (900 - 300) \text{ K}$$
$$\therefore \Delta U = 3,04 \cdot 10^2 \text{ J}$$

Finalmente, para obtermos o trabalho τ realizado pelo gás na expansão isobárica, usamos a equação:

$$\tau = p \cdot \Delta V \Rightarrow \tau = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot (3 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-3}) \text{ m}^3 \therefore \tau = 2 \cdot 10^2 \text{ J}$$

24 | B

O rendimento da máquina térmica é dado por:

$$\eta = 1 - \frac{T_{\text{ff}}}{T_{\text{fq}}} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{300 \text{ K}}{900 \text{ K}} \Rightarrow \eta = 1 - \frac{1}{3} \Rightarrow \eta = \frac{2}{3} \therefore \eta = 0,66 \text{ ou } 66\%$$

Como o processo se dá em ciclos, a entropia final é a mesma inicial, portanto a resposta correta é alternativa [B].



MAGNETISMO

01| No estudo da eletricidade e do magnetismo, são utilizadas as linhas de campo. As linhas de campo elétrico ou magnético são linhas imaginárias cuja tangente em qualquer ponto é paralela à direção do vetor campo. Sobre as linhas de campo, assinale a afirmativa **correta**.

- A** As linhas de campo magnético e os vetores força magnética são sempre paralelos.
- B** As linhas de campo elétrico numa região do espaço onde existem cargas elétricas se dirigem de um ponto de menor potencial para um de maior potencial.
- C** As linhas de campo magnético no interior de um ímã se dirigem do polo norte do ímã para seu polo sul.
- D** As linhas de campo elétrico que representam o campo gerado por uma carga elétrica em repouso são fechadas.
- E** As linhas de força de um campo elétrico uniforme são linhas retas paralelas igualmente espaçadas e todas têm o mesmo sentido.

02 Uma partícula com carga elétrica de $5,0 \times 10^{-6} \text{ C}$ é acelerada entre duas placas planas e paralelas, entre as quais existe uma diferença de potencial de 100 V. Por um orifício na placa, a partícula escapa e penetra em um campo magnético de indução magnética uniforme de valor igual a $2,0 \times 10^{-2} \text{ T}$, descrevendo uma trajetória circular de raio igual a 20 cm. Admitindo que a partícula parte do repouso de uma das placas e que a força gravitacional seja desprezível, qual é a massa da partícula?

- A** $1,4 \times 10^{-14}$ kg
B $2,0 \times 10^{-14}$ kg
C $4,0 \times 10^{-14}$ kg
D $2,0 \times 10^{-13}$ kg
E $4,0 \times 10^{-13}$ kg

03 | Leia atentamente as afirmativas a seguir.

I. É a área da Física que estuda a atração e a repulsão de objetos. Um dos primeiros cientistas ocidentais a estudar sobre este fenômeno foi Tales de Mileto, na Grécia. Mas já havia evidências de que os chineses já tinham o conhecimento de materiais que podiam atrair outros. Seu uso inicialmente foi para fins militares para se orientar na guerra.

II. É um ramo da Física responsável pelo estudo do movimento. Este ramo mostra que o espaço e o tempo em velocidades próximas ou iguais à da luz não são conceitos absolutos, mas, sim relativos. Segundo esta teoria, observadores diferentes, um parado e outro em alta velocidade, apresentam percepções diferentes das medidas de espaço e tempo.

III. É uma parte da Física que estuda fenômenos associados às cargas elétricas. Ela está presente em praticamente todos os momentos do nosso dia a dia, quando acendemos uma lâmpada, guardamos alimentos em um refrigerador para conservá-los, ao assistirmos TV, ao nos conectarmos nas redes sociais, etc.

IV. É um ramo da Física que estuda os fenômenos térmicos como calor, temperatura, dilatação, energia térmica, estudos térmicos dos gases, dentre outros. Estuda de que forma o calor pode ser trocado entre os corpos, bem como as características de cada processo de troca de calor.

As quatro afirmativas são, respectivamente, atribuídas aos seguintes assuntos da Física:

- A** Magnetismo; Mecânica Quântica; Eletricidade; Termologia.
- B** Eletricidade; Mecânica Relativística; Magnetismo; Termologia.
- C** Termologia; Eletricidade; Mecânica Relativística; Magnetismo.



D Termologia; Mecânica Quântica; Eletricidade; Magnetismo.

E Magnetismo; Mecânica Relativística; Eletricidade; Termologia.

04 | Pela primeira vez, cientistas detectaram a presença de partículas de poluição que interferem no funcionamento do cérebro, podendo inclusive ser uma das causas de Alzheimer. A conexão entre esses materiais e o mal de Alzheimer ainda não é conclusiva.

Um desses materiais poluentes encontrados no cérebro é a magnetita, um óxido de ferro que constitui um ímã natural.

<<http://tinyurl.com/hzvm3fh>> Acesso em: 30.09.16. Adaptado.

Sobre o óxido citado no texto, é correto afirmar que ele apresenta

A dois polos magnéticos: norte e sul, e ambos atraem o ferro.

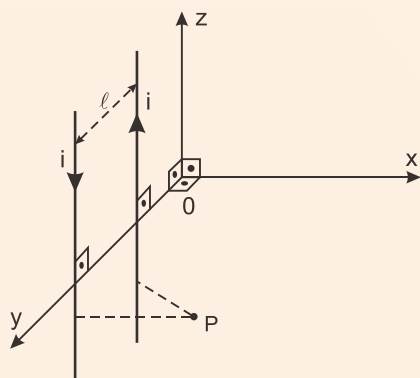
B dois polos magnéticos: norte e sul, mas apenas o polo sul atrai o ferro.

C dois polos magnéticos: norte e sul, mas apenas o polo norte atrai o ferro.

D quatro polos magnéticos: norte, sul, leste e oeste, e todos atraem o ferro.

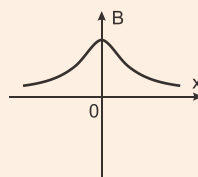
E quatro polos magnéticos: norte, sul, leste e oeste, mas apenas o norte e o sul atraem o ferro.

05 | Dois longos fios paralelos estão dispostos a uma distância ℓ um do outro e transportam correntes elétricas de mesma intensidade i em sentidos opostos, como ilustra a figura abaixo.

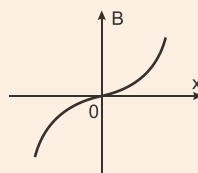


Nessa figura o ponto P é equidistante dos fios. Assim, o gráfico que melhor representa a intensidade do campo magnético resultante B, no ponto P, em função da abscissa X, é

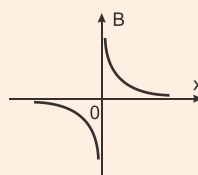
A



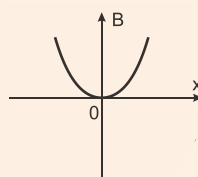
B



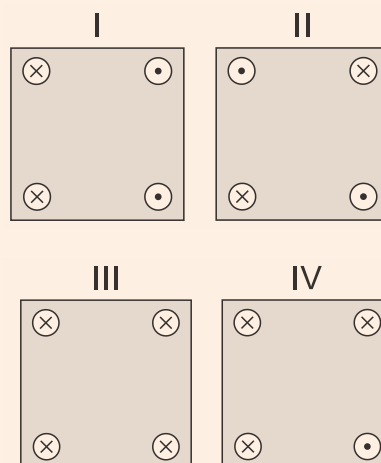
C



D



06 | As figuras representam arranjos de fios longos, retilíneos, paralelos e percorridos por correntes elétricas de mesma intensidade. Os fios estão orientados perpendicularmente ao plano desta página e dispostos segundo os vértices de um quadrado. A única diferença entre os arranjos está no sentido das correntes: os fios são percorridos por correntes que entram ($\otimes$) ou saem ($\odot$) do plano da página.

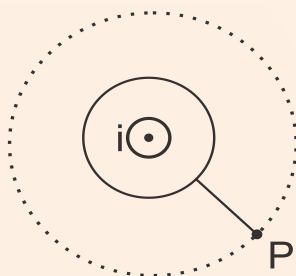




O campo magnético total é nulo no centro do quadrado apenas em

- A** I.
- B** II.
- C** I e II.
- D** II e III.
- E** III e IV.

07 Um fio condutor é percorrido por uma corrente i como mostra a figura.



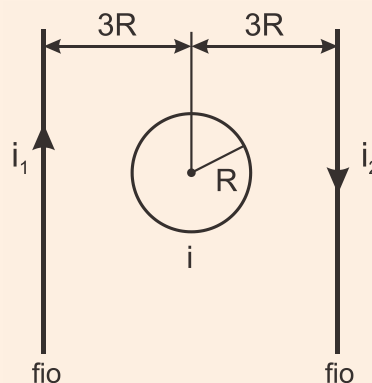
Próximo ao condutor existe um ponto P, também representado na figura. A opção que melhor representa o vetor campo magnético no ponto P é:

- A**
- B**
- C**
- D**

08 Dois fios condutores retilíneos, muito longos e paralelos entre si, são percorridos por correntes elétricas de intensidade distintas, i_1 e i_2 , de sentidos opostos.

Uma espira circular condutora de raio R é colocada entre os dois fios e é percorrida por uma corrente elétrica i .

A espira e os fios estão no mesmo plano. O centro da espira dista de $3R$ de cada fio, conforme o desenho abaixo.



DESENHO ILUSTRATIVO
FORA DE ESCALA

Para que o vetor campo magnético resultante, no centro da espira, seja nulo, a intensidade da corrente elétrica i e seu sentido, tomando como referência o desenho, são respectivamente:

- A** $\frac{i_1 + i_2}{3}$ e horário
- B** $\frac{i_1 - i_2}{3\pi}$ e anti-horário
- C** $\frac{i_1 - i_2}{3\pi}$ e horário
- D** $\frac{i_1 + i_2}{3\pi}$ e horário
- E** $\frac{i_1 + i_2}{3\pi}$ e anti-horário

09 A Figura 1 mostra uma espira quadrada, feita de material condutor, contida num plano zy , e um fio condutor retilíneo e muito longo, paralelo ao eixo z , sendo percorrido por uma corrente elétrica de intensidade i , dada pelo gráfico da Figura 2.

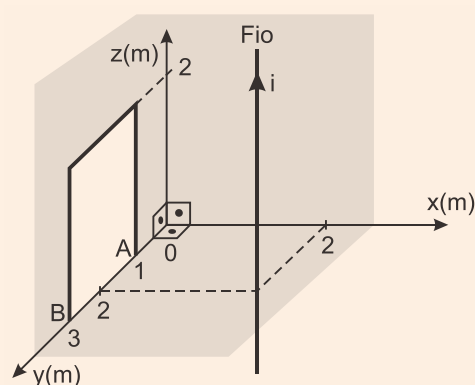


Figura 1

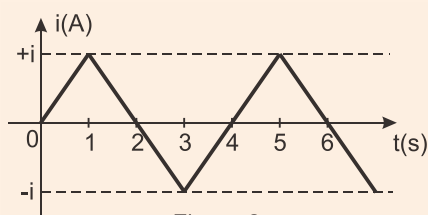
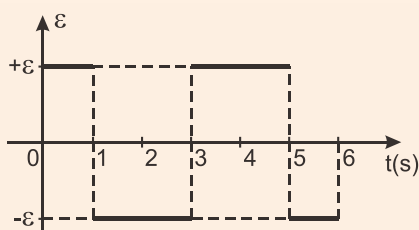
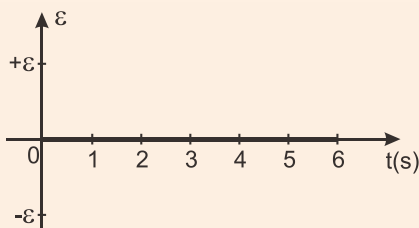
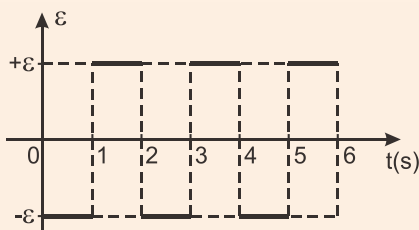
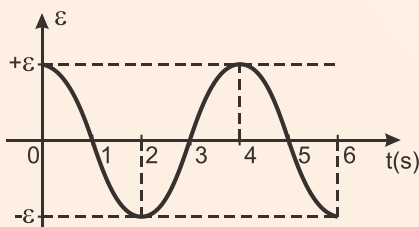
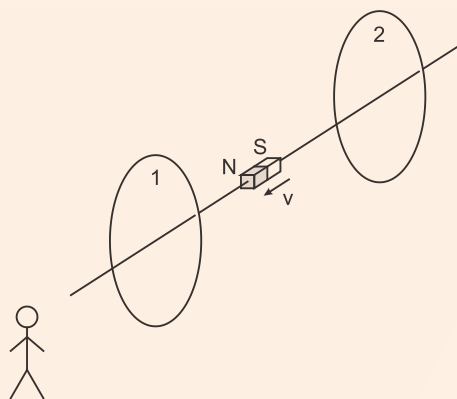


Figura 2

A partir da análise das Figuras 1 e 2, pode-se afirmar que o gráfico que melhor representa a fem induzida ε entre os pontos A e B é

A**B****C****D**

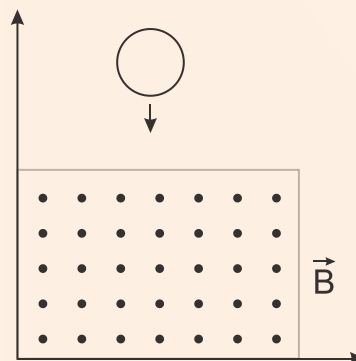
10 O observador, representado na figura, observa um ímã que se movimenta em sua direção com velocidade constante. No instante representado, o ímã encontra-se entre duas espiras condutoras, 1 e 2, também mostradas na figura.



Examinando as espiras, o observador percebe que

- A** existem correntes elétricas induzidas no sentido horário em ambas espiras.
- B** existem correntes elétricas induzidas no sentido anti-horário em ambas espiras.
- C** existem correntes elétricas induzidas no sentido horário na espira 1 e anti-horário na espira 2.
- D** existem correntes elétricas induzidas no sentido anti-horário na espira 1 e horário na espira 2.
- E** existe apenas corrente elétrica induzida na espira 1, no sentido horário.

11 Um anel metálico cai verticalmente devido ao seu peso em uma região de campo magnético constante saindo perpendicularmente ao plano da folha, de acordo com a figura abaixo.



Assinale a alternativa CORRETA sobre a corrente induzida no anel.

- A** não existe corrente induzida no anel durante o percurso da queda, pois o campo é constante.
- B** a corrente induzida no anel é no sentido horário quando o anel entra na região do campo.
- C** a corrente induzida no anel é no sentido anti-horário quando o anel entra na região do campo.



D existe uma corrente induzida durante todo o instante de queda devido à variação da posição do anel em relação ao campo.

E existe uma corrente induzida somente quando o anel encontra-se totalmente imerso no campo.

12 | O desenvolvimento tecnológico das últimas décadas tem exigido a produção cada vez maior de energia, principalmente de energia elétrica. Além das hidrelétricas, outras fontes como painéis fotovoltaicos, usinas eólicas, termoeletricas e baterias têm sido usadas para produzir energia elétrica.

São fontes de energia que não se baseiam na indução eletromagnética para produção de energia elétrica:

A pilhas e painéis fotovoltaicos.

B termoeletricas e usinas eólicas.

C pilhas, termoeletricas e painéis fotovoltaicos.

D termoeletricas, painéis fotovoltaicos e usinas eólicas.

13 | Dois condutores paralelos extensos são percorridos por correntes de intensidade $i_1 = 3 \text{ A}$ e $i_2 = 7 \text{ A}$. Sabendo-se que a distância entre os centros dos dois condutores é de 15 cm, qual a intensidade da força magnética por unidade de comprimento entre eles, em $\mu\text{N/m}$?

Adote: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$

A 56

B 42

C 28

D 14

14 | Um fio de resistência 5Ω e 2,4 m de comprimento forma um quadrado de 60 cm de lado. Esse quadrado é inserido por completo, com velocidade constante, durante 0,90 segundos em um campo magnético constante de 10,0 T (de forma que a área do quadrado seja perpendicular às linhas do campo magnético). A intensidade de corrente que se forma no fio é i_1 .

Outro fio reto de 2,0 m de comprimento possui uma intensidade de corrente i_2 , quando imerso em um campo magnético constante de módulo 10,0 T. A força magnética que atua no fio possui módulo 8,0 N. A direção da força é perpendicular à do fio e à direção do campo magnético.

A razão entre os módulos de i_1 e i_2 é:

A 0,2

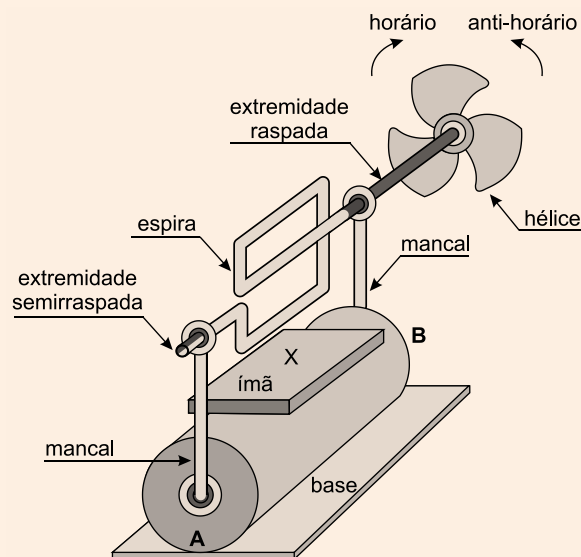
B 0,4

C 0,5

D 2,0

E 4,0

15 | Um motor elétrico é construído com uma espira retangular feita com um fio de cobre esmaltado semirraspado em uma extremidade e totalmente raspado na outra, apoiada em dois mancais soldados aos polos A e B de uma pilha. Presa a essa espira, uma hélice leve pode girar livremente no sentido horário ou anti-horário. Um ímã é fixo à pilha com um de seus polos magnéticos (X) voltado para cima, criando o campo magnético responsável pela força magnética que atua sobre a espira, conforme ilustrado na figura.



(www.feiradeciencias.com.br. Adaptado.)

Se A for um polo _____, B um polo _____ e X um polo _____, dado um impulso inicial na espira, ela mantém-se girando no sentido _____.

Assinale a alternativa que completa, correta e respectivamente, as lacunas do texto.

A negativo – positivo – sul – horário

B negativo – positivo – norte – anti-horário

C positivo – negativo – sul – anti-horário

D positivo – negativo – norte – horário

E negativo – positivo – norte – horário



16| A agulha de uma bússola está apontando corretamente na direção norte – sul de um campo magnético uniforme. Um elétron se aproxima a partir do norte com velocidade $\vec{v}$, segundo a linha definida pela agulha.

Neste caso

- A** a velocidade do elétron deve estar necessariamente aumentando em módulo.
- B** a velocidade do elétron estará certamente diminuindo em módulo.
- C** o elétron estará se desviando para leste.
- D** a velocidade do elétron será constante e a sua trajetória retilínea.

17| A força magnética que atua em uma partícula elétrica é expressa pela seguinte fórmula:

$$F = q \times v \times B \sin \theta$$

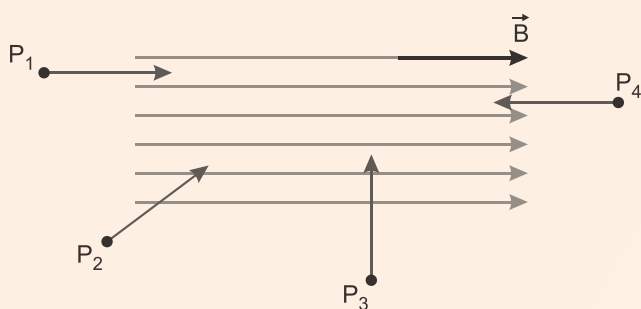
q – carga elétrica da partícula

v – velocidade da partícula

B = campo magnético

θ – ângulo entre a velocidade da partícula e o campo magnético

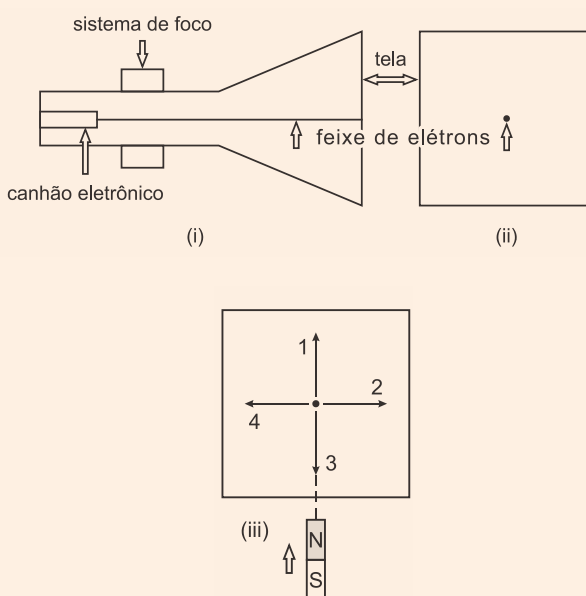
Admita quatro partículas elétricas idênticas, P_1 , P_2 , P_3 e P_4 , penetrando com velocidades de mesmo módulo em um campo magnético uniforme $\vec{B}$, conforme ilustra o esquema.



Nesse caso, a partícula em que a força magnética atua com maior intensidade é:

- A** P_1
- B** P_2
- C** P_3
- D** P_4

18| A figura (i) abaixo esquematiza um tubo de raios catódicos. Nele, um feixe de elétrons é emitido pelo canhão eletrônico, é colimado no sistema de foco e incide sobre uma tela transparente que se ilumina no ponto de chegada. Um observador posicionado em frente ao tubo vê a imagem representada em (ii). Um ímã é então aproximado da tela, com velocidade constante e vertical, conforme mostrado em (iii).



Assinale a alternativa que descreve o comportamento do feixe após sofrer a influência do ímã.

- A** O feixe será desviado seguindo a seta 1.
- B** O feixe será desviado seguindo a seta 2.
- C** O feixe será desviado seguindo a seta 3.
- D** O feixe será desviado seguindo a seta 4.
- E** O feixe não será desviado.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Adote os seguintes valores quando necessário:

Módulo da aceleração da gravidade (g) = $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

1 quilograma-força (kgf) = 10 N

1 cal = 4 J

1 cv = 740 W

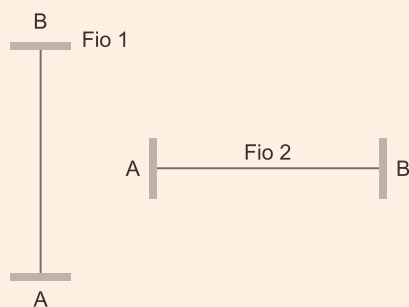
1 tonelada = 10^3 kg

1 atm = $1 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$



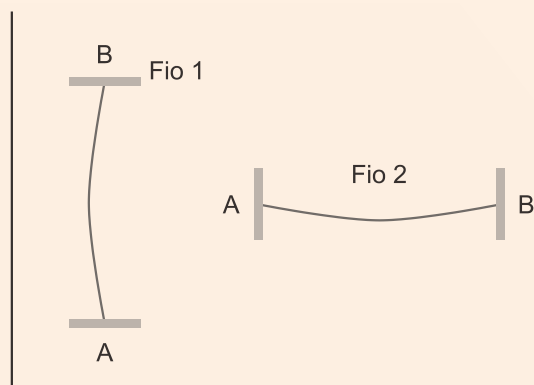
19 | Dois longos fios metálicos, retilíneos e flexíveis estão inicialmente dispostos conforme indica a Figura 1 e localizados numa região do espaço onde há a presença de um intenso campo magnético constante e perpendicular ao plano da folha.

Quando os fios são percorridos por corrente elétrica de mesma intensidade constante, verificam-se as deformações indicadas na Figura 2.



Fios sem corrente elétrica

Figura 1



Fios percorridos por corrente elétrica

Figura 2

Para que isso seja possível, o sentido do campo magnético e da corrente elétrica em cada fio deve ser:

- A** Campo magnético entrando na folha (S) e sentido da corrente elétrica de A para B no fio 1 e sentido de B para A no fio 2.
- B** Campo magnético saindo da folha (•) e sentido da corrente elétrica de A para B no fio 1 e sentido de B para A no fio 2.
- C** Campo magnético entrando na folha (X) e sentido da corrente elétrica de B para A no fio 1 e sentido de B para A no fio 2.
- D** Campo magnético saindo na folha (•) e sentido da corrente elétrica de B para A nos fios 1 e 2.

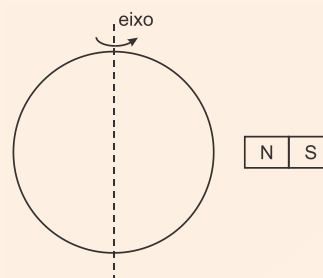
TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Considere o campo gravitacional uniforme.

20 | Sobre o fenômeno de indução eletromagnética, apresentam-se três situações:

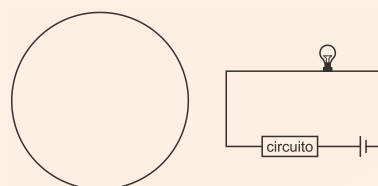
Situação 1:

Uma espira condutora gira em torno do eixo indicado, enquanto um ímã encontra-se em repouso em relação ao mesmo eixo.



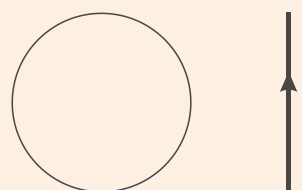
Situação 2:

Uma espira condutora encontra-se em repouso em relação a um circuito elétrico no qual uma lâmpada pisca com uma frequência constante.



Situação 3:

Uma espira condutora se encontra em repouso em relação a um fio condutor retilíneo, ligado a um circuito elétrico, no qual circula uma corrente elétrica contínua e constante.



Verifica-se uma corrente elétrica induzida na espira condutora na(s) situação(ões)

- A** 1, apenas.
- B** 3, apenas.
- C** 1 e 2, apenas.
- D** 2 e 3, apenas.
- E** 1, 2 e 3.



TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Nas questões com respostas numéricas, considere o módulo da aceleração da gravidade como $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, o módulo da carga do elétron como $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, o módulo da velocidade da luz como $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ e utilize $\pi = 3$.

21 | Em 1859 aconteceu uma erupção solar, e, na Terra, os fios soltaram faíscas, que deram choques nos operadores de telégrafo, botando fogo no papel. Foi a maior tempestade geomagnética de que há registros históricos. O Sol arremessou bilhões de toneladas de elétrons e prótons para a Terra, e, quando essas partículas bateram no campo magnético do planeta, criaram auroras espetaculares nas cores vermelho, verde e roxo no céu noturno – além de correntes poderosas de eletricidade, que saltaram do chão para os fios, sobrecarregando os circuitos. Se uma tempestade dessas acontecesse no século XXI, muito mais que fios e papel estaria em risco. Alguns satélites de telecomunicação muito acima da Terra seriam desligados. Os sinais do GPS ficariam misturados. E o surto de eletricidade, vindo do chão, ameaçaria as redes elétricas, quem sabe deixando um continente ou dois nas trevas. (...) O exemplo mais estudado e inequívoco de a capacidade solar prejudicar redes elétricas aconteceu em 13 de março de 1989, na província canadense do Quebec. Nas primeiras horas da manhã, uma tempestade solar gerou correntes nos fios de transmissão, desligando disjuntores. Em questão de minutos, um apagão tomou conta da província, fechando empresas, escolas, aeroportos e metrô até a energia ser religada no fim daquele dia. (...)

Fonte: <http://ultimosegundo.ig.com.br/ciencia/2013-03-30/cientistas-avaliam-consequencias-das-tempestades-solares.html>, acessado em: 14 de julho de 2016. (Adaptado)

Considerando-se o trecho acima e os conhecimentos básicos acerca do eletromagnetismo, é **CORRETO** afirmar que

- A** o campo elétrico terrestre é o principal responsável por repelir os elétrons arremessados pelo Sol, criando os efeitos de luz denominados de auroras boreais.
- B** a baixa função trabalho, característica do material utilizado nos fios metálicos de transmissão, ocasionou o desligamento dos disjuntores em Quebec.
- C** o tempo entre a observação de uma atividade anormal na superfície do Sol e a chegada da tempestade solar à Terra é nulo, uma vez que as partículas arremessadas pelo astro viajam na velocidade da luz.

D uma possível explicação é que as correntes nos fios de transmissão, que desligaram os disjuntores em Quebec, foram criadas por indução magnética, por causa dos efeitos da tempestade solar sobre o campo magnético terrestre.

E as auroras espetaculares relatadas podem ser explicadas pelo efeito fotoelétrico.

GABARITO

01 | E

– O vetor indução magnética é tangente à linha de indução magnética em cada ponto do campo, e no mesmo sentido que ela: do polo norte para o polo sul fora do ímã e do sul para o norte dentro do ímã.

– Quando uma partícula eletrizada desloca-se num campo magnético, com velocidade não paralela às linhas, surge sobre ela uma força magnética cuja direção é perpendicular à do vetor indução magnética em cada ponto.

– As linhas de força do campo elétrico são linhas abertas, originadas em cargas positivas ou no infinito e terminando em cargas negativas ou no infinito, sempre orientadas no sentido dos potenciais decrescentes.

– No campo elétrico uniforme, as linhas de força são retas paralelas, igualmente espaçadas e todas orientadas no sentido dos potenciais decrescentes.

02 | E

Dados para o campo elétrico:

$$U = 100 \text{ V}; q = 5 \times 10^{-6} \text{ C}.$$

No campo elétrico, a força elétrica é a resultante, podendo ser aplicado o teorema da energia cinética. Supondo que a partícula tenha partido do repouso, vem:

$$W_R = \Delta E_C \Rightarrow qU = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{2qU}{m} \quad (I)$$

Dados para o campo magnético:

$$B = 2 \times 10^{-2} \text{ T}; q = 5 \times 10^{-6} \text{ C}; R = 20 \text{ cm} = 2 \times 10^{-1} \text{ m}.$$

No campo magnético, a trajetória da partícula é circular uniforme, e força magnética age como resultante centrípeta.



$$F_{\text{mag}} = F_{\text{cent}} \Rightarrow q v B = \frac{m v^2}{R} \Rightarrow v = \frac{q B R}{m} \Rightarrow$$

$$v^2 = \frac{q^2 B^2 R^2}{m^2} \quad (\text{II})$$

Igualando (I) e (II):

$$\frac{2 q U}{m} = \frac{q^2 B^2 R^2}{m^2} \Rightarrow$$

$$m = \frac{R^2 B^2 q}{2 U} = \frac{(2 \times 10^{-1})^2 \times (2 \times 10^{-2})^2 \times 5 \times 10^{-6}}{2 \times 100} \Rightarrow$$

$$m = \frac{4 \times 10^{-2} \times 4 \times 10^{-4} \times 5 \times 10^{-6}}{2 \times 10^2} \Rightarrow \boxed{m = 4 \times 10^{-13} \text{ kg.}}$$

03 | E

[I] O magnetismo trata da repulsão e atração dos ímãs, muito utilizados para orientação geográfica nas bússolas, que utilizam agulhas imantadas sob a influência do campo magnético da Terra.

[II] A mecânica relativística estuda os conceitos relativos entre espaço e tempo para observadores em referenciais diferentes que terão percepções distintas em relação ao mesmo objeto estudado.

[III] Os fenômenos associados ao estudo das cargas elétricas estáticas e dinâmicas estão reservados para a eletricidade.

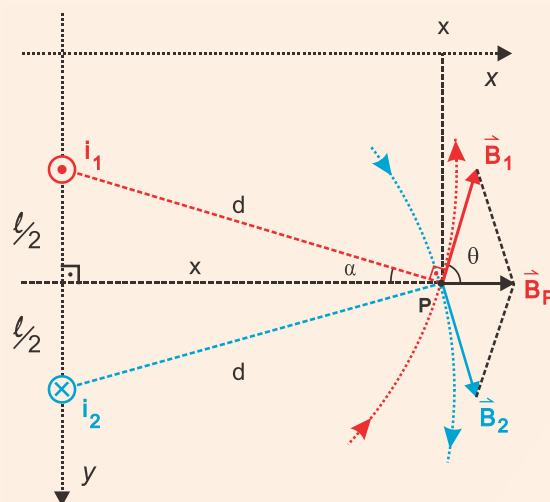
[IV] A termologia estuda os fenômenos associados com as trocas de calor, temperatura, escalas de temperatura, gases, calorimetria e dilatação térmica.

04 | A

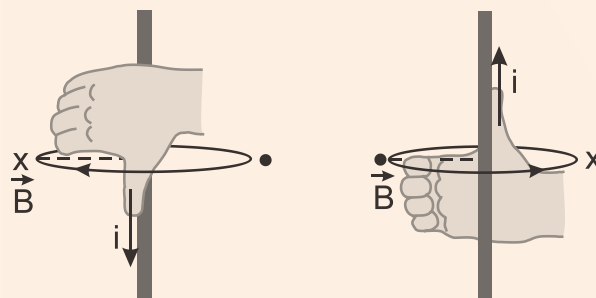
Um ímã é considerado sempre um dipolo magnético porque possui dois polos magnéticos: norte e sul, e ambos são capazes de atrair o ferro, bem como substâncias ferro-magnéticas como o Níquel e o Cobre e suas ligas.

05 | A

A figura mostra uma vista de cima da situação proposta.



Através das regras práticas do eletromagnetismo (regra do saca-rolhas), observando-se os sentidos das correntes, encontram-se os sentidos das linhas de indução magnética no ponto P. O vetor indução magnética é tangente à linha de indução em cada ponto e no mesmo sentido.



Sendo:

$$i_1 = i_2 = i \Rightarrow B_1 = B_2 = B = \frac{\mu i}{2 \pi d} \quad (\text{I})$$

Da Figura:

– Aplicando Pitágoras:

$$d^2 = \left(\frac{\ell}{2}\right)^2 + x^2 \Rightarrow d = \sqrt{\frac{\ell^2}{4} + x^2} \quad (\text{II})$$

– Tem-se:

$$\alpha + 90^\circ + \theta = 180^\circ \Rightarrow \theta = 90^\circ - \alpha \Rightarrow \cos \theta = \sin \alpha = \frac{\ell/2}{d} \Rightarrow$$

$$\cos \theta = \frac{\ell}{2d} \quad (\text{III})$$

– Fazendo as projeções na direção horizontal:

$$B_p = B_1 \cos \theta + B_2 \cos \theta \Rightarrow \underline{B_p = 2B \cos \theta} \quad (\text{IV})$$



Substituindo (I), (II) e (III) em (IV):

$$B_P = 2B \cos \theta \Rightarrow B_P = 2 \frac{\mu i}{2\pi d} \frac{\ell}{2d} \Rightarrow$$

$$B_P = \frac{\mu i}{2\pi d^2} \Rightarrow B_P = \frac{\mu i}{2\pi \left(\frac{\ell^2}{4} + x^2 \right)^2}.$$

Analisando essa expressão, conclui-se que:

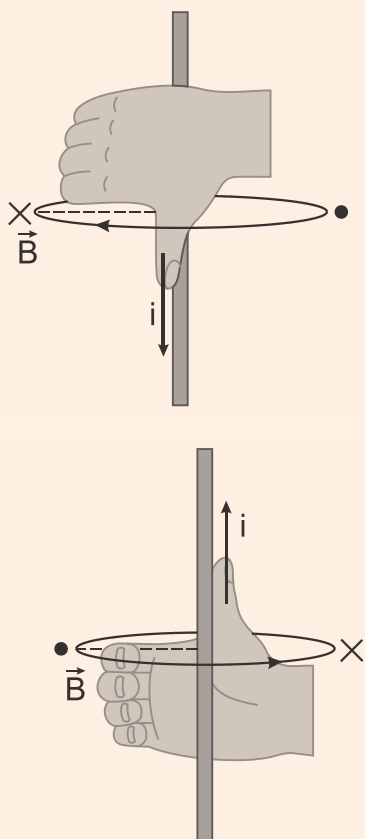
$$\left\{ \begin{array}{l} x = 0 \Rightarrow B_P = \frac{2\mu i}{\pi \ell^2}; \\ x \rightarrow \infty \Rightarrow B_P \rightarrow 0. \end{array} \right.$$

Essa conclusão está representada graficamente em [A].

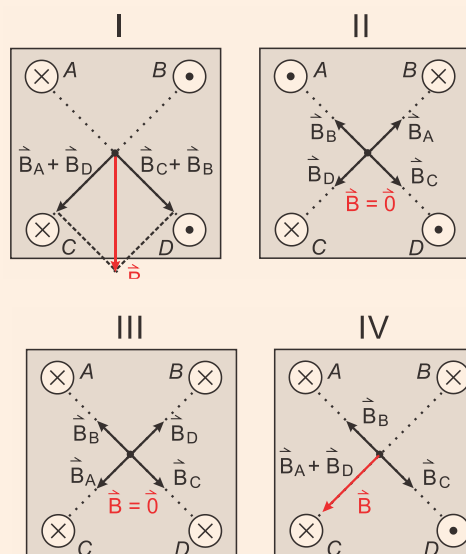
06 | D

Como as correntes têm mesma intensidade, a intensidade do vetor indução magnética ($\vec{B}$) de cada uma no centro do quadrado também é a mesma para todas delas.

A figura ilustra a regra da mão direita n° 1, usada na determinação do sentido do vetor indução magnética de corrente elétrica.

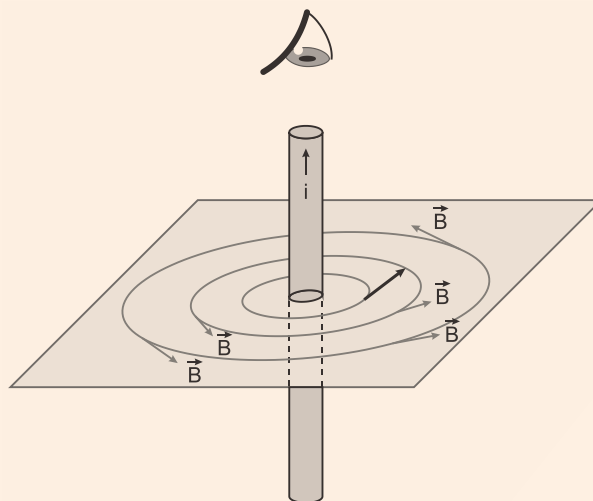


Usando essa regra, constrói-se a figura abaixo, onde está representado o vetor indução magnética resultante no centro do quadrado, para cada uma das situações propostas.

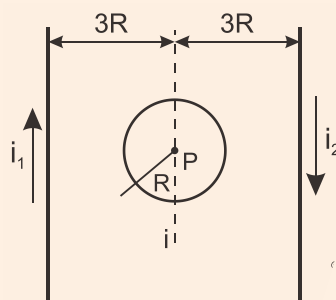


07 | A

Basta usarmos a regra da mão direita pra acharmos a direção do campo magnético. O campo magnético no ponto P está representado pela seta na cor preta.



08 | E





O campo magnético resultante sobre o ponto P gerado pelas correntes nos dois fios longos e paralelos e pela corrente na espira corresponde à soma vetorial dos campos gerados por cada um desses elementos.

Seja $\vec{B}_1$ o campo gerado pela corrente i_1 , $\vec{B}_2$ o campo gerado pela corrente i_2 , e $\vec{B}_i$ o campo gerado pela corrente i , conclui-se que, por hipótese:

$$\vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_i = 0 \quad (1)$$

Pela regra da mão direita, conclui-se que $\vec{B}_1$ tem direção perpendicular ao plano do papel, e sentido $\otimes$, o que ocorre também com $\vec{B}_2$. Logo, o módulo da resultante $\vec{B}_1$ com $\vec{B}_2$, é:

$$|\vec{B}_1 + \vec{B}_2| = B_1 + B_2 \quad (2)$$

Para que a equação (1) seja satisfeita, o campo $\vec{B}_i$ tem que ser tal que possua direção perpendicular ao plano do papel e sentido oposto a $\vec{B}_1 + \vec{B}_2$.

Com base nesse fato, e fazendo-se novamente uso da regra da mão direita para a corrente da espira, conclui-se que o sentido da corrente deve ser anti-horário.

Aplicando-se a Lei de Biot-Savart para o cálculo dos campos magnéticos gerados pelas correntes i_1 , i_2 e i sobre o ponto P, tem-se que:

I. Para os fios longos e paralelos:

$$B_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi(3R)} \quad (3)$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi(3R)} \quad (4)$$

II. Para o caso da espira:

$$B_i = \frac{\mu_0 i}{2R} \quad (5)$$

Das considerações realizadas, e partindo-se da equação vetorial (1), chega-se à seguinte equação escalar:

$$-B_i + B_1 + B_2 = 0 \Rightarrow B_i = B_1 + B_2 \quad (6)$$

Substituindo-se as equações (3), (4) e (5) em (6), tem-se que:

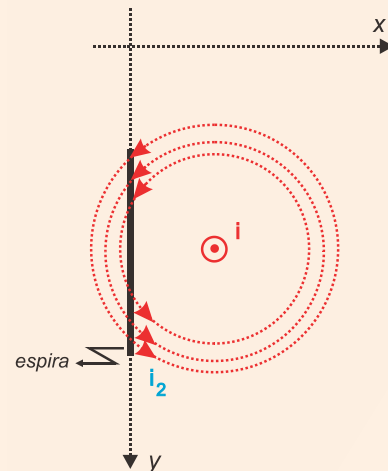
$$\frac{\mu_0 i}{2R} = \frac{\mu_0 i_1}{6\pi R} + \frac{\mu_0 i_2}{6\pi R} = \frac{\mu_0}{6\pi R} (i_1 + i_2)$$

$$i = \frac{2R}{\mu_0} \cdot \frac{\mu_0}{6\pi R} (i_1 + i_2)$$

$$\boxed{i = \frac{i_1 + i_2}{3\pi}}$$

09| B

A figura mostra uma vista de cima da situação proposta.



Quando a intensidade da corrente aumenta ou diminui, as linhas de indução serão mais próximas ou mais distantes, respectivamente. Mas, conforme mostra a figura, pela simetria o fluxo de linhas entrando é igual ao fluxo de linhas saindo, não havendo, portanto, variação do fluxo magnético, ou seja, $\Delta\Phi = 0$.

De acordo com a lei de Faraday, a força eletromotriz induzida é dada pela expressão:

$$\varepsilon = \frac{-\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \boxed{\varepsilon = 0.}$$

10| C

A resolução desta questão envolve o conhecimento da lei de Lenz da indução eletromagnética.

Na espira 1, ao aproximar o polo norte do imã, estamos aumentando o fluxo magnético, então surge na espira uma corrente induzida no sentido horário que se opõe ao aumento do fluxo magnético na espira, produzindo um campo magnético contrário ao do imã. Para a espira 2 ocorre o contrário surgindo uma corrente induzida no sentido anti-horário.

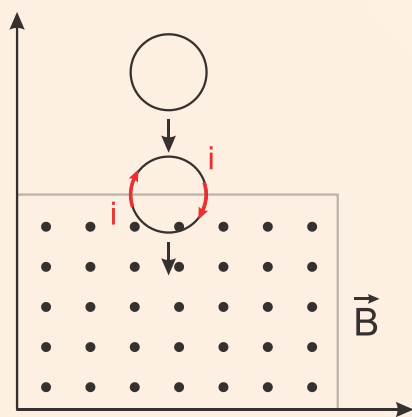
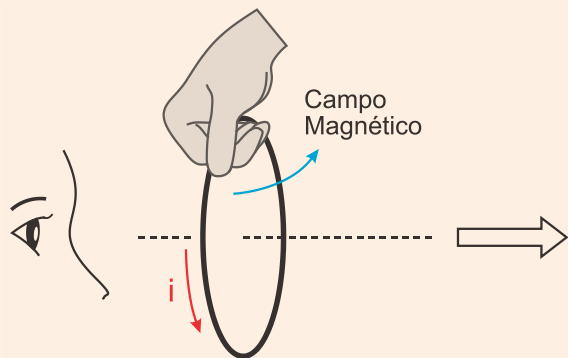
11| B

Enquanto o anel está entrando no campo magnético, o fluxo magnético através dele aumenta. Pela lei de Lenz, surge uma corrente induzida que gera um fluxo induzido em sentido oposto, na tendência de anular a variação do fluxo indutor.



Como o fluxo indutor está saindo ($\bullet$), o fluxo induzido está entrando ($\otimes$).

Aplicando a regra da mão direita n° 1, conclui-se que a corrente induzida é no sentido horário, para um observador colocado como na figura.



12| A

Para definir a resposta devemos ter presente todas as formas de energia geradas a partir de indução eletromagnética, ou seja, que a partir do giro de um rotor em um campo magnético, consegue-se induzir a corrente elétrica. Abaixo relacionamos os tipos de geradores:

Pilha – “gera” energia elétrica através de reações químicas, portanto não usa a indução.

Painéis fotovoltaicos – transformam a luz solar em eletricidade sem a indução.

Usinas termoeletricas, nucleares, eolicas e hidreletricas – utilizam a indução eletromagnética para transformar as energias térmica, nuclear, dos ventos e das quedas de água em energia elétrica.

13| C

$$F = \frac{\mu_0 \cdot i_1 \cdot i_2 \cdot L}{2 \cdot \pi \cdot d}$$

$$\frac{F}{L} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 3 \cdot 7}{2 \cdot \pi \cdot 15 \cdot 10^{-2}}$$

$$\frac{F}{L} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 7}{5 \cdot 10^{-2}}$$

$$\frac{F}{L} = 2,8 \cdot 10^{-7} \cdot 10^2$$

$$\frac{F}{L} = 2,8 \cdot 10^{-5}$$

$$\frac{F}{L} = 28 \cdot 10^{-6}$$

$$\frac{F}{L} = 28 \mu\text{N/m}$$

14| D

– Situação 1:

Dados:

$$R = 5 \Omega; B = 10 \text{ T}; L = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}; \Delta t = 0,9 \text{ s}; \theta = 0^\circ.$$

Combinando a 1ª lei de Ohm com a Lei de Faraday-Neumann:

$$\left\{ \begin{array}{l} U = R i_1 \\ U = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B A \cos \theta}{\Delta t} \end{array} \right\} \Rightarrow R i_1 = \frac{B L^2 \cos 0^\circ}{\Delta t} \Rightarrow$$

$$i_1 = \frac{B L^2}{R \Delta t} = \frac{10(0,6)^2}{5(0,9)} = \frac{3,6}{4,5} \Rightarrow \underline{i_1 = 0,8 \text{ A.}}$$

– Situação 2:

$$\text{Dados: } F = 8 \text{ N}; B = 10 \text{ T}; L = 2 \text{ m}; \theta = 90^\circ.$$

Da equação da força magnética sobre um condutor:

$$F = B i_2 L \sin \theta \Rightarrow i_2 = \frac{F}{B L \sin \theta} = \frac{8}{10(2)(\sin 90^\circ)} \Rightarrow \underline{i_2 = 0,8 \text{ A.}}$$

Fazendo a razão pedida:

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{0,8}{0,4} \Rightarrow \boxed{\frac{i_1}{i_2} = 2.}$$

15| E

Testando cada uma das opções, conclui-se que se A for um polo negativo, B um polo positivo e X um polo norte, dado um impulso inicial na espira, ela mantém-se girando no sentido horário.



De fato, nas condições acima:

– se A é polo negativo e B é polo positivo, a corrente tem o sentido mostrado, indo de B para A;

– se X é polo norte, o vetor indução magnética é vertical e para cima;

– aplicando a regra da mão esquerda, ou da mão direita (ilustradas na Figura 1), a força magnética tem sentido para a direita no ramo de cima e para a esquerda no ramo de baixo, causando na espira um binário de forças que a faz girar no sentido horário, como indicado na Figura 2.

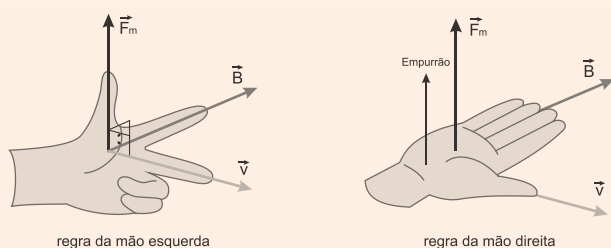
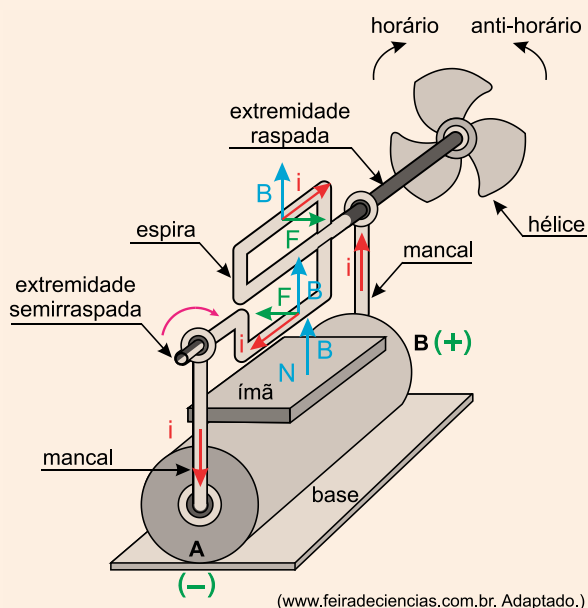


Figura 1



(www.feiradeciencias.com.br. Adaptado.)

Figura 2

16| D

A força magnética é nula quando a direção da velocidade e o campo magnético são iguais, não ocasionando mudanças de direção e velocidade na carga que se movimenta neste campo, mantendo a direção retilínea e o movimento uniforme.

17| C

No enunciado é pedido o caso em que a força magnética atua com a maior intensidade, pela fórmula de força magnética, $F = q \times v \times B \sin\theta$, a força será

máxima, quanto o $\sin\theta = 1$ e isso acontece quando $\theta = 90^\circ$. Olhando para a figura, o único caso em que a força e o campo magnético fazem 90 graus é o P₃.

18| B

Pela regra da mão direita, para o observador à frente da tela, usando o sentido do feixe de elétrons indo de encontro ao observador e o sentido do campo magnético na vertical para cima, a força magnética aponta para a sua direita. Logo, o feixe será desviado para a seta 2.

19| A

São duas as possibilidades para o sentido do campo magnético ser perpendicular à página. Ou o campo magnético está saindo da página no sentido dos nossos olhos (figura 3) ou entrando na página (figura 4). Para as duas figuras abaixo, usaremos a regra da mão esquerda ou a regra do tapa para definir os sentidos das correntes elétricas induzidas nos fios.

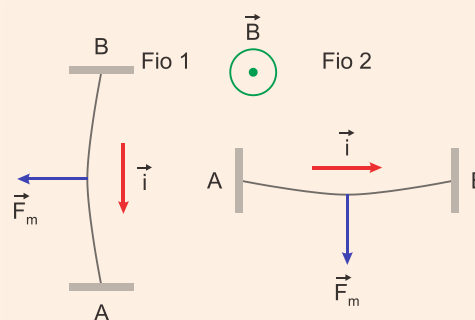


Figura 3

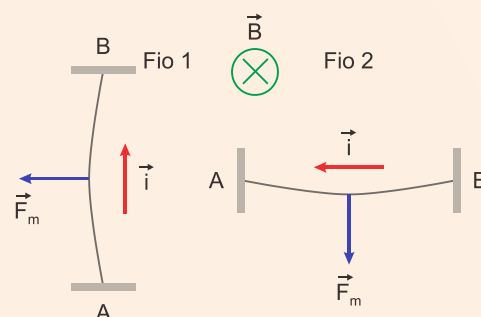


Figura 4

Sendo assim, as únicas possibilidades dos sentidos das correntes em cada fio serão:

Para o campo magnético saindo na folha (•) e sentido da corrente elétrica de B para A no fio 1 e de A para B no fio 2 (figura 3) e para o campo magnético entrando na folha ⊗ e sentido da corrente elétrica de A para B no fio 1 e sentido de B para A no fio 2 (figura 4).

**20| C**

A corrente elétrica induzida aparece na espira circular quando há variação do campo magnético na espira podendo ser realizado por movimentos relativos entre a espira e um ímã ou ainda por variação da corrente em um circuito próximo à espira. Portanto, as situações 1 e 2 contemplam essa possibilidade.

21| D

A emissão de massa coronal vinda do Sol, ocorre quando este está em seu auge de atividade, provocando emissões de partículas carregadas eletricamente, além de ondas eletromagnéticas que ao colidirem com o campo magnético terrestre provocam o deslocamento destas partículas carregadas para os polos magnéticos do planeta causando aparições de luzes coloridas nestes locais, fenômeno conhecido como as auroras boreal e austral. Essa variação do campo magnético gera uma corrente induzida nos circuitos elétricos próximos de acordo com a lei de Faraday da indução magnética e podem comprometer seriamente redes elétricas extensas e circuitos elétricos de equipamentos mais sensíveis pela alta densidade de carga induzida em curto espaço de tempo.



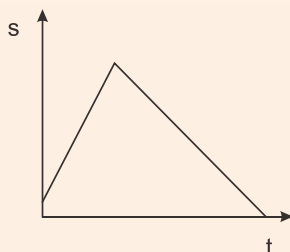
FÍSICA

MECÂNICA

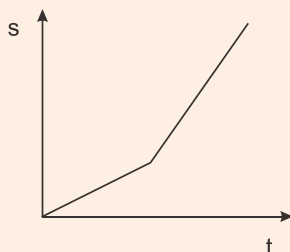
02

01 | Considere a situação em que um jogador de futebol esteja treinando e, para isso, chute uma bola contra uma parede vertical. Suponha-se que a bola realize um movimento em linha reta de ida e volta (jogador-parede-jogador), com velocidade constante na ida, e que, na volta, a velocidade também seja constante, mas menor do que a da ida. Nessas condições e considerando que o tempo de contato com a parede seja muito pequeno e possa ser desprezado, o gráfico que melhor representa o deslocamento (S) da bola em relação ao tempo de movimento (t) é:

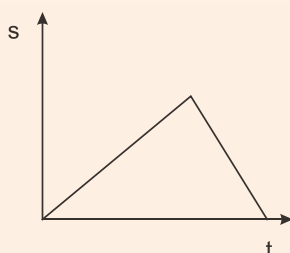
A



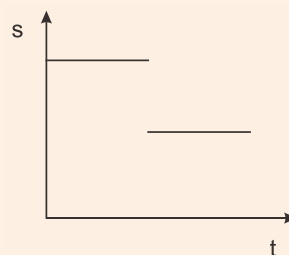
B



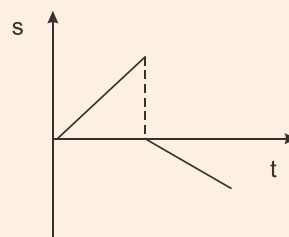
C



D

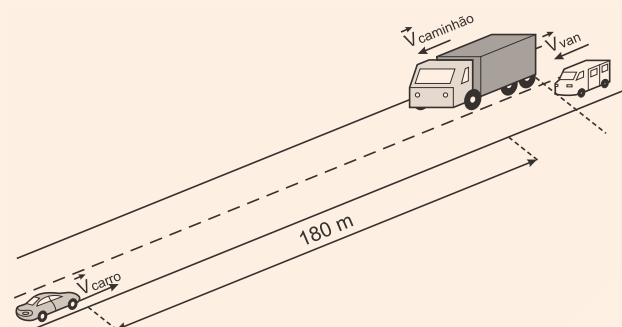


E



02 | O motorista de uma Van quer ultrapassar um caminhão, em uma estrada reta, que está com velocidade constante de módulo 20 m/s. Para isso, aproxima-se com a Van, ficando atrás, quase com a Van encostada no caminhão, com a mesma velocidade desse. Vai para a esquerda do caminhão e começa a ultrapassagem, porém, neste instante avista um carro distante 180 metros do caminhão. O carro vem no sentido contrário com velocidade constante de módulo 25 m/s. O motorista da Van, então, acelera a taxa de 8 m/s².

Os comprimentos dos veículos são: Caminhão = 10 m; Van = 6 m e Carro = 4,5 m.





Analise as afirmações a seguir.

I. O carro demora 4 s para estar na mesma posição, em relação a estrada, do caminhão.

II. A Van levará 4 s para ultrapassar completamente o caminhão e irá colidir com o carro.

III. A Van conseguirá ultrapassar o caminhão sem se chocar com o carro.

IV. A Van percorrerá 56. m da estrada para ultrapassar completamente o caminhão.

Todas as afirmativas estão corretas em:

A II – III **C** I – III – IV

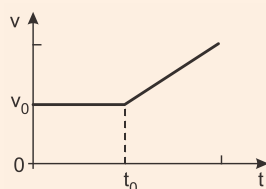
B III – IV **D** I – II – III

03 | Um elevador sobe verticalmente com velocidade constante v_0 , e, em um dado instante de tempo t_0 , um parafuso desprende-se do teto. O gráfico que melhor representa, em função do tempo t , o módulo da velocidade v desse parafuso em relação ao chão do elevador é

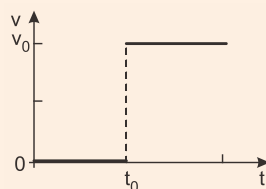
Note e adote:

- Os gráficos se referem ao movimento do parafuso antes que ele atinja o chão do elevador.

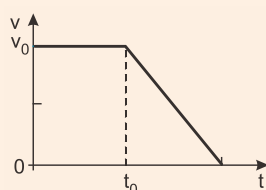
A



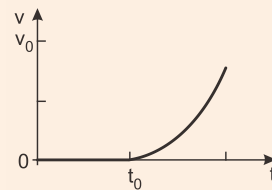
B



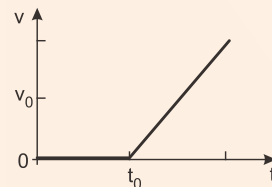
C



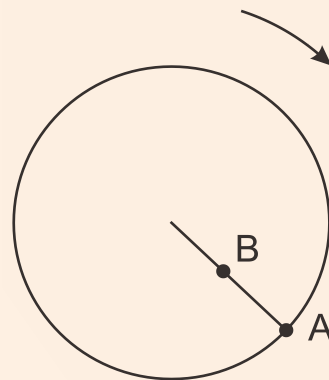
D



E



04 | Considere uma polia girando em torno de seu eixo central, conforme figura abaixo. A velocidade dos pontos A e B são, respectivamente, 60 cm/s e 0,3 m/s.



A distância AB vale 10 cm. O diâmetro e a velocidade angular da polia, respectivamente, valem:

A 10 cm e 1,0 rad/s

B 20 cm e 1,5 rad/s

C 40 cm e 3,0 rad/s

D 50 cm e 0,5 rad/s

E 60 cm e 2,0 rad/s

05 | Sobre uma mesa sem atrito, um objeto sofre a ação de duas forças $F_1 = 9$ N e $F_2 = 15$ N, que estão dispostas de modo a formar entre si um ângulo de 120° . A intensidade da força resultante, em newtons, será de

A $3\sqrt{24}$

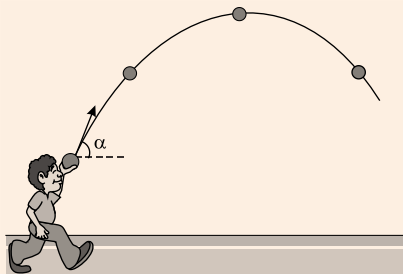
B $3\sqrt{19}$

C $\sqrt{306}$

D $\sqrt{24}$



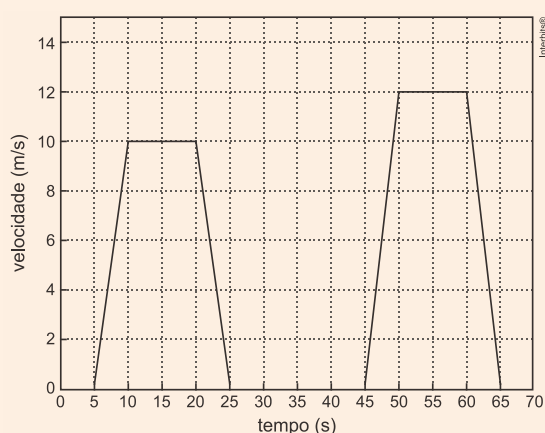
06 Um garoto arremessa uma bola com velocidade inicial inclinada de um ângulo α com a horizontal. A bola abandona a mão do garoto com energia cinética E_0 e percorre uma trajetória parabólica contida em um plano vertical, representada parcialmente na figura.



Desprezando-se a resistência do ar, a energia cinética da bola no ponto mais alto de sua trajetória é

- A** $E_0 \cdot \sin \alpha$
- B** $E_0 \cdot \cos \alpha$
- C** $E_0 \cdot \cos^2 \alpha$
- D** $E_0 \cdot \sin^2 \alpha$
- E** $\frac{E_0 \cdot \sin^2 \alpha}{2}$

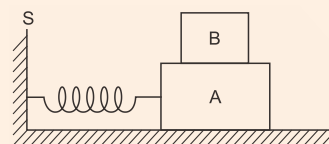
07 O semáforo é um dos recursos utilizados para organizar o tráfego de veículos e de pedestres nas grandes cidades. Considere que um carro trafega em um trecho de uma via retilínea, em que temos 3 semáforos. O gráfico abaixo mostra a velocidade do carro, em função do tempo, ao passar por esse trecho em que o carro teve que parar nos três semáforos.



A distância entre o primeiro e o terceiro semáforo é de

- A** 330 m.
- B** 440 m.
- C** 150 m.
- D** 180 m.

08 Na situação da figura a seguir, os blocos A e B têm massas $m_A = 3,0$ kg e $m_B = 1,0$ kg. O atrito entre o bloco A e o plano horizontal de apoio é desprezível, e o coeficiente de atrito estático entre B e A vale $\mu_e = 0,4$. O bloco A está preso numa mola ideal, inicialmente não deformada, de constante elástica $K = 160$ N/m que, por sua vez, está presa ao suporte S.

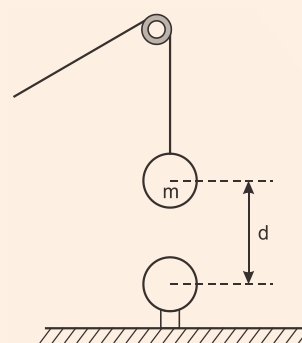


O conjunto formado pelos dois blocos pode ser movimentado produzindo uma deformação na mola e, quando solto, a mola produzirá certa aceleração nesse conjunto. Desconsiderando a resistência do ar, para que B não escorregue sobre A, a deformação máxima que a mola pode experimentar, em cm, vale

- A** 3,0
- B** 4,0
- C** 10
- D** 16

09 Observe a figura abaixo onde duas esferas de massas iguais a m estão eletrizadas com cargas elétricas Q , iguais em módulo, porém de sinais contrários. Estando o sistema em equilíbrio estático, determine a distância d entre os centros das esferas.

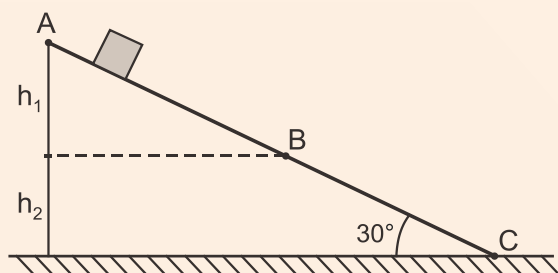
Adote o módulo da aceleração da gravidade igual a g , a constante eletrostática do meio igual a k e a tração na corda igual a T .



- A** $d = |Q| \cdot \sqrt{\frac{k}{T - (m \cdot g)}}$
- B** $d = |Q| \cdot \sqrt{\frac{T - (m \cdot g)}{k}}$
- C** $d = \sqrt{\frac{T - (m \cdot g)}{k \cdot |Q|}}$
- D** $d = \frac{1}{|Q|} \cdot \sqrt{\frac{k \cdot T}{m \cdot g}}$



10| Um bloco escorrega, livre de resistência do ar, sobre um plano inclinado de 30° , conforme a figura (sem escala) a seguir.



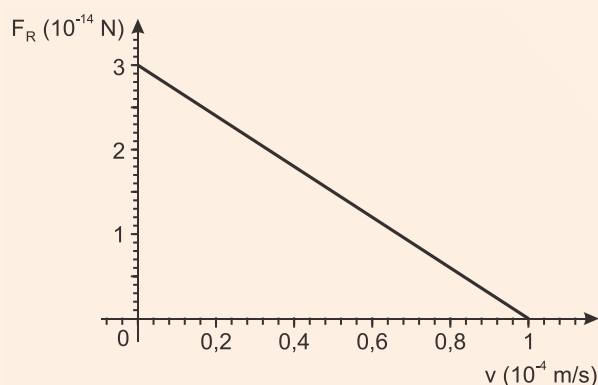
No trecho AB não existe atrito e no trecho BC o coeficiente de atrito vale $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

O bloco é abandonado, do repouso em relação ao plano inclinado, no ponto A e chega ao ponto C com velocidade nula. A altura do ponto A, em relação ao ponto B, é h_1 , e a altura do ponto B, em relação ao ponto C, é h_2 .

A razão $\frac{h_1}{h_2}$ vale

- A** $\frac{1}{2}$
- B** $\frac{\sqrt{3}}{2}$
- C** $\sqrt{3}$
- D** 2

11| Objetos em queda sofrem os efeitos da resistência do ar, a qual exerce uma força que se opõe ao movimento desses objetos, de tal modo que, após um certo tempo, eles passam a se mover com velocidade constante. Para uma partícula de poeira no ar, caindo verticalmente, essa força pode ser aproximada por $\vec{F}_a = -b\vec{v}$ sendo $\vec{v}$ a velocidade da partícula de poeira e b uma constante positiva. O gráfico mostra o comportamento do módulo da força resultante sobre a partícula, F_R , como função de v , o módulo de $\vec{v}$.



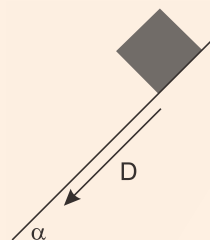
Note e adote:

— O ar está em repouso.

O valor da constante b , em unidades de $N \cdot s/m$, é

- A** $1,0 \times 10^{-14}$
- B** $1,5 \times 10^{-14}$
- C** $3,0 \times 10^{-14}$
- D** $1,0 \times 10^{-10}$
- E** $3,0 \times 10^{-10}$

12| Um objeto é abandonado do repouso sobre um plano inclinado de ângulo $\alpha = 30^\circ$, como mostra a Figura. O coeficiente de atrito cinético entre o objeto e o plano inclinado é $\mu_c = \sqrt{3}/9$.



Calcule a velocidade do objeto, em m/s, após percorrer uma distância $D = 0,15$ m ao longo do plano inclinado.

Dados:

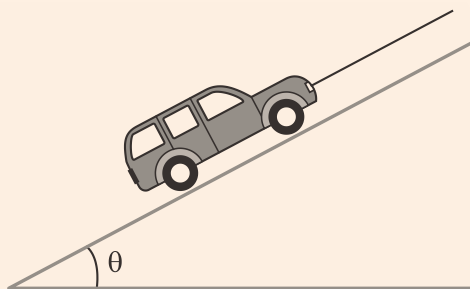
$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\sin 30^\circ = 1/2$$

$$\cos 30^\circ = \sqrt{3}/2$$

- A** 0,00
- B** 0,15
- C** 1,00
- D** 1,50
- E** 1,73

13| Para manter um carro de massa 1.000 kg sobre uma rampa lisa inclinada que forma um ângulo θ com a horizontal, é preso a ele um cabo. Sabendo que o carro, nessas condições, está em repouso sobre a rampa inclinada, marque a opção que indica a intensidade da força de reação normal da rampa sobre o carro e a tração no cabo que sustenta o carro, respectivamente. Despreze o atrito. Dados: $\sin \theta = 0,6$; $\cos \theta = 0,8$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$.



- A** 8.000 N e 6.000 N
- B** 6.000 N e 8.000 N
- C** 800 N e 600 N
- D** 600 N e 800 N
- E** 480 N e 200 N

14 Na linha de produção de uma fábrica, uma esteira rolante movimenta-se no sentido indicado na figura 1, e com velocidade constante, transportando caixas de um setor a outro. Para fazer uma inspeção, um funcionário detém uma das caixas, mantendo-a parada diante de si por alguns segundos, mas ainda apoiada na esteira que continua rolando, conforme a figura 2.

Figura 1

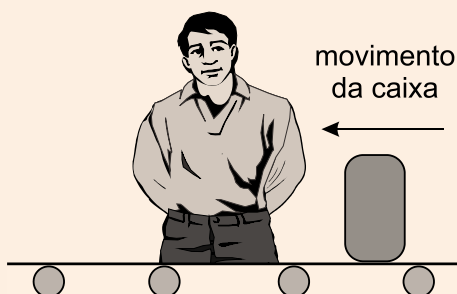
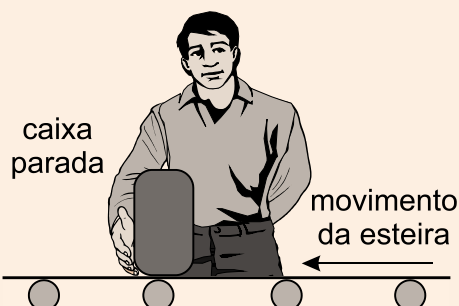


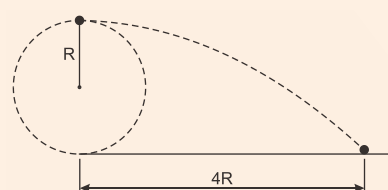
Figura 2



No intervalo de tempo em que a esteira continua rolando com velocidade constante e a caixa é mantida parada em relação ao funcionário (figura 2), a resultante das forças aplicadas pela esteira sobre a caixa está corretamente representada na alternativa

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

15 Uma partícula de massa m , presa na extremidade de uma corda ideal, descreve um movimento circular acelerado, de raio R , contido em um plano vertical, conforme figura a seguir.

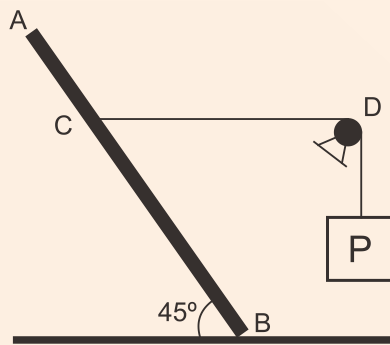


Quando essa partícula atinge determinado valor de velocidade, a corda também atinge um valor máximo de tensão e se rompe. Nesse momento, a partícula é lançada horizontalmente, de uma altura $2R$, indo atingir uma distância horizontal igual a $4R$. Considerando a aceleração da gravidade no local igual a g , a tensão máxima experimentada pela corda foi de

- A** mg
- B** $2mg$
- C** $3mg$
- D** $4mg$



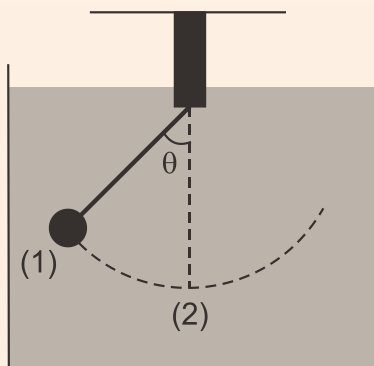
16|



Uma barra homogênea AB de peso $\vec{P}_{AB}$ está apoiada no solo horizontal rugoso e mantida em equilíbrio através do corpo P de peso $\vec{P}_P$, como mostra a figura acima. Considere o fio e a polia ideal, o trecho $\overline{CD}$ horizontal, $\overline{BC} = \frac{2}{3} \cdot \overline{AB}$ e $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$. O coeficiente de atrito estático entre o solo e a barra AB é

- A 0,35
- B 0,55
- C 0,75
- D 0,80
- E 0,90

17| Considere uma bolinha de gude de volume igual a 10 cm^3 e densidade $2,5 \text{ g/cm}^3$ presa a um fio inextensível de comprimento 12, cm, com volume e massa desprezíveis. Esse conjunto é colocado no interior de um recipiente com água. Num instante t_0 , a bolinha de gude é abandonada de uma posição (1) cuja direção faz um ângulo $\theta = 45^\circ$ com a vertical conforme mostra a figura a seguir.

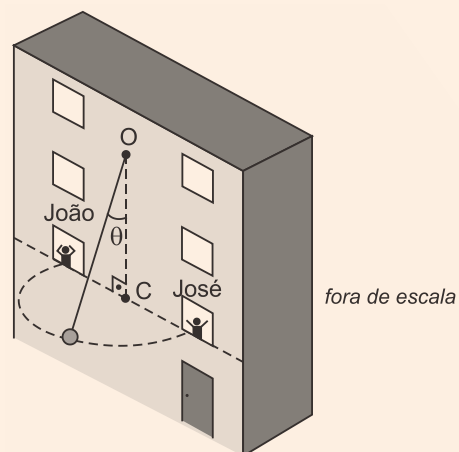


O módulo da tração no fio, quando a bolinha passa pela posição mais baixa (2) a primeira vez, vale $0,25 \text{ N}$. Determine a energia cinética nessa posição anterior.

Dados: $\rho_{\text{água}} = 1.000 \text{ kg/m}^3$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$.

- A 0,0006 J
- B 0,006 J
- C 0,06 J
- D 0,6 J
- E 6,0 J

18| Em um edifício em construção, João lança para José um objeto amarrado a uma corda inextensível e de massa desprezível, presa no ponto O da parede. O objeto é lançado perpendicularmente à parede e percorre, suspenso no ar, um arco de circunferência de diâmetro igual a 15 m, contido em um plano horizontal e em movimento uniforme, conforme a figura. O ponto O está sobre a mesma reta vertical que passa pelo ponto C, ponto médio do segmento que une João a José. O ângulo θ , formado entre a corda e o segmento de reta OC, é constante.

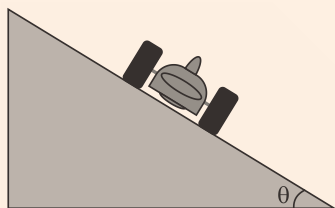


Considerando $\sin \theta = 0,6$, $\cos \theta = 0,8$ e $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando a resistência do ar, a velocidade angular do objeto, em seu movimento de João a José, é igual a

- A 1,0 rad/s.
- B 1,5 rad/s.
- C 2,5 rad/s.
- D 2,0 rad/s.
- E 3,0 rad/s.

19| Numa pista de corrida sobrelevada, deseja-se verificar a inclinação da pista numa curva de raio igual $60\sqrt{3} \text{ m}$ sem considerar o atrito, onde o carro possa desenvolver uma velocidade de $72\sqrt{3} \text{ km/h}$.

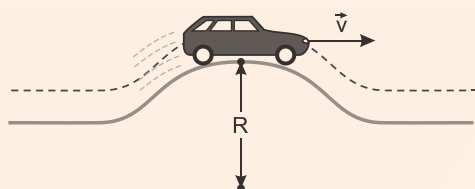
Na figura a seguir, estão representados o carro de corrida e a pista numa perspectiva frontal, em que θ é a inclinação da pista. Considere $g = 10 \text{ m/s}^2$.



Qual a inclinação da pista de corrida para que a segurança do piloto não dependa do atrito entre a pista e os pneus do carro?

- A** 40°.
- B** 30°.
- C** 25°.
- D** 35°.
- E** 45°.

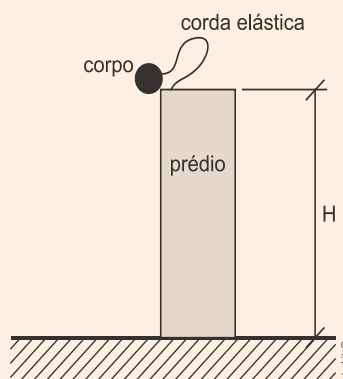
20 |



A figura representa o instante em que um carro de massa M passa por uma lombada existente em uma estrada. Considerando o raio da lombada igual a R , o módulo da velocidade do carro igual a V , e a aceleração da gravidade local g , a força exercida pela pista sobre o carro, nesse ponto, pode ser calculada por

- A** $\frac{MV^2}{R} + Mg$
- B** $Mg - \frac{MV^2}{R}$
- C** $Mg - \frac{MR^2}{V}$
- D** $\frac{MR^2}{V} + mg$

21 |



Um corpo preso a uma corda elástica é abandonado em queda livre do topo de um edifício, conforme apresentado na figura acima. Ao atingir o solo, penetra numa distância x abaixo do nível do solo até atingir o repouso.

Diante do exposto, a força de resistência média que o solo exerce sobre o corpo é:

Dados:

- aceleração gravitacional: g ;
- constante elástica da corda: k ;
- massa do corpo: M ;
- altura do edifício em relação ao solo: H ;
- comprimento da corda: L ;
- distância que o corpo penetra no solo até atingir o repouso: x .

Observação:

- a corda elástica relaxada apresenta comprimento menor que a altura do edifício.

- A** $Mg + \frac{MgH + k(HL + Lx - Hx)}{x} - k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{2x}$
- B** $Mg + \frac{MgH + k(HL - Lx - Hx)}{2x} - k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{x}$
- C** $Mg + \frac{MgH - k(HL + Lx + Hx)}{2x} + k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{x}$
- D** $Mg - \frac{MgH - k(HL - Lx - Hx)}{x} + k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{2x}$
- E** $Mg + \frac{MgH - k(HL + Lx - Hx)}{x} - k \frac{H^2 + x^2 + L^2}{2x}$

22 | Um painel coletor de energia solar para aquecimento residencial de água, com 60% de eficiência, tem superfície coletora com área útil de 20 m^2 . A água circula em tubos fixados sob a superfície coletora. Suponha que a intensidade da energia solar incidente seja de $2,0 \times 10^3 \text{ W/m}^2$ e que a vazão de suprimento de água aquecida seja de 6,0 litros por minuto.

Assinale a opção que indica aproximadamente a variação da temperatura da água.

Dados: $c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ e $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$.

- A** 12,2°
- B** 22,7 °
- C** 37,3 °
- D** 45,6 °
- E** 57,1 °



23 Um prédio em construção, de 20 m de altura, possui, na parte externa da obra, um elevador de carga com massa total de 6 ton, suspenso por um cabo inextensível e de massa desprezível.

O elevador se desloca, com velocidade constante, do piso térreo até a altura de 20 m, em um intervalo de tempo igual a 10 s. Desprezando as forças dissipativas e considerando a intensidade da aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , podemos afirmar que a potência média útil desenvolvida por esse elevador é:

- A** 120 kW
- B** 180 kW
- C** 200 kW
- D** 360 kW
- E** 600 kW

24 Uma estrela de nêutrons é o objeto astrofísico mais denso que conhecemos, em que uma massa maior que a massa do Sol ocupa uma região do espaço de apenas alguns quilômetros de raio. Essas estrelas realizam um movimento de rotação, emitindo uma grande quantidade de radiação eletromagnética a uma frequência bem definida. Quando detectamos uma estrela de nêutrons através desse feixe de radiação, damos o nome a esse objeto de Pulsar.

Considere que um Pulsar foi detectado, e que o total de energia cinética relacionada com seu movimento de rotação equivale a $2 \times 10^{42} \text{ J}$. Notou-se que, após um ano, o Pulsar perdeu 0,1% de sua energia cinética, principalmente em forma de radiação eletromagnética. A potência irradiada pelo Pulsar vale

(Se necessário, utilize a aproximação $1 \text{ ano} \sim 3,6 \times 10^7 \text{ s}$.)

- A** $7,2 \cdot 10^{46} \text{ W}$.
- B** $2,0 \cdot 10^{39} \text{ W}$.
- C** $5,6 \cdot 10^{31} \text{ W}$.
- D** $1,8 \cdot 10^{42} \text{ W}$.

25 Helena, cuja massa é 50 kg, pratica o esporte radical *bungee jumping*. Em um treino, ela se solta da beirada de um viaduto, com velocidade inicial nula, presa a uma faixa elástica de comprimento natural $L_0 = 15 \text{ m}$ e constante elástica $k = 250 \text{ N/m}$.

Quando a faixa está esticada 10 m além de seu comprimento natural, o módulo da velocidade de Helena é

Note e adote:

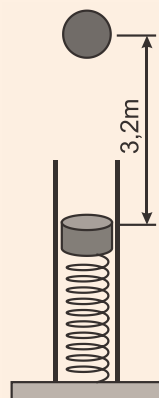
- Aceleração da gravidade: 10 m/s^2 .
- A faixa é perfeitamente elástica; sua massa e efeitos dissipativos devem ser ignorados.

- A** 0 m/s
- B** 5 m/s
- C** 10 m/s
- D** 15 m/s
- E** 20 m/s

26 O custo mensal referente ao uso diário de trinta minutos de um secador de cabelos, ao longo de um mês, é de R\$ 3,60. Sendo o valor do kWh igual a R\$ 0,20 e a tensão de funcionamento do aparelho igual a 110 V, determine o valor aproximado da resistência elétrica de seu resistor, em ohms. Considere desprezíveis as resistências elétricas dos fios de ligação e demais componentes do circuito interno do aparelho.

- A** 10
- B** 15
- C** 34
- D** 73

27 Uma esfera de 5 kg cai de uma altura de 3,2 metros sobre um dispositivo provido de uma mola de constante elástica 40 N/m para amortecer sua queda, como mostra a figura.



Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando o atrito no sistema, pode-se afirmar que a velocidade (v) que a esfera atinge o mecanismo, em m/s e a contração da mola (x), em metros, valem:

- A** $v = 8$; $x = 2$
- B** $v = 16$; $x = 2$
- C** $v = 8$; $x = 2\sqrt{2}$
- D** $v = 16$; $x = 2\sqrt{2}$



28 | Denomina-se energia eólica a energia cinética contida no vento. Seu aproveitamento ocorre por meio da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação e, com o emprego de turbinas eólicas, também denominadas aerogeradores, é gerada energia elétrica. Existem atualmente, na região que mais produz energia eólica no Brasil, 306 usinas em operação, com o potencial de geração elétrica de aproximadamente 7.800 MWh

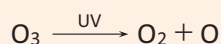
(dados do Banco de Informações de Geração da ANEEL, 2016).

Se nessa região, por razões naturais, a velocidade do vento fosse reduzida, mantendo-se a densidade do ar constante, teríamos uma redução de produção de energia elétrica.

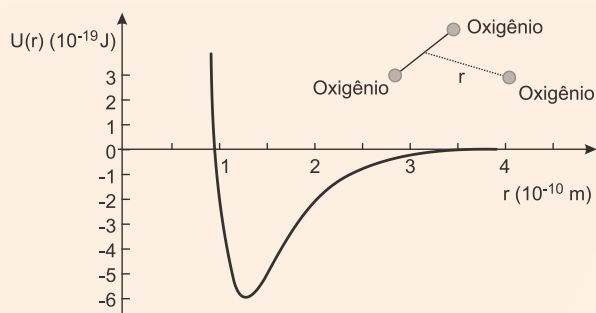
Indique a região em questão e qual seria a quantidade de energia elétrica produzida, se houvesse a redução da velocidade do vento pela metade.

- A** Região Sul; 3.900 MWh.
- B** Região Nordeste; 1.950 MWh.
- C** Região Nordeste; 3.900 MWh.
- D** Região Sul; 1.950 MWh.

29 | Na estratosfera, há um ciclo constante de criação e destruição do ozônio. A equação que representa a destruição do ozônio pela ação da luz ultravioleta solar (UV) é



O gráfico representa a energia potencial de ligação entre um dos átomos de oxigênio que constitui a molécula de O_3 e os outros dois, como função da distância de separação r .



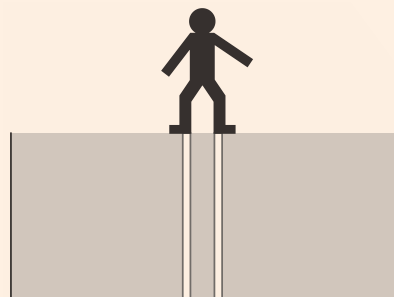
A frequência dos fótons da luz ultravioleta que corresponde à energia de quebra de uma ligação da molécula de ozônio para formar uma molécula de O_2 e um átomo de oxigênio é, aproximadamente,

Note e adote:

- $E = hf$
- E é a energia do fóton.
- f é a frequência da luz.
- Constante de Planck, $h = 6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

- A** $1 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- B** $2 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- C** $3 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- D** $4 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- E** $5 \times 10^{15} \text{ Hz}$

30 | Um homem de 80 kg entrou em um tanque com água utilizando pernas de alumínio fundido. As pernas de alumínio são cilíndricas, de comprimento 40 cm e massa de 10 kg cada uma e estão totalmente submersas, conforme a figura.



Considere a densidade do alumínio de $2,5 \text{ g/cm}^3$, a densidade da água de 1 g/cm^3 , e a gravidade de 10 m/s^2 .

A pressão, em N/m^2 , que uma das pernas de alumínio aplica na base do tanque é:

- A** $9,2 \cdot 10^4$
- B** $4,6 \cdot 10^4$
- C** $5,0 \cdot 10^4$
- D** $1,0 \cdot 10^4$

31 | Uma pessoa em pé dentro de uma piscina se sente “mais leve” devido à redução de seu peso aparente dentro da água. Uma modalidade esportiva que se beneficia deste efeito é a hidroginástica. A força normal que o piso da piscina exerce sobre os pés de uma pessoa é reduzida produzindo baixo impacto durante o exercício. Considere uma pessoa em pé dentro de uma piscina rasa com 24% do volume de seu corpo sob a água. Se a densidade relativa da



pessoa for 0,96, qual a redução percentual da força normal que o piso horizontal exerce sobre a pessoa dentro da água em relação ao piso fora da água?

- A** – 20%
- B** – 15%
- C** – 25%
- D** – 30%
- E** – 35%

32| No conto “O mistério de Maria Rogêt”, de Edgar Allan Poe, ao procurar esclarecer a verdadeira identidade de um cadáver jogado na água, o detetive Dupin, mediante a análise dos fatos e das informações da imprensa, faz uso do seguinte raciocínio científico:

“(…) a gravidade específica do corpo humano, em sua condição natural, é quase igual à massa de água doce que ele desloca. (...) É evidente, contudo, que as gravidades do corpo e da massa de água deslocada são muito delicadamente equilibradas, e que uma ninharia pode fazer com que uma delas predomine. Um braço, por exemplo, erguido fora d’água e assim privado de seu equivalente é um peso adicional suficiente para imergir toda a cabeça, ao passo que a ajuda casual do menor pedaço de madeira habilitar-nos-á a elevar a cabeça, para olhar em derredor”.

(Edgar Allan Poe, apud João Zanetic, *Física e Literatura: construindo uma ponte entre as duas culturas*. 2006, p. 61. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v13s0/03.pdf>. Acessado em 05/07/2016.)

A partir do raciocínio científico presente no excerto acima, é correto afirmar que:

- A** A densidade de massa de um corpo humano é aproximadamente igual à da água, e retirar o braço para fora da água reduziria a força de empuxo, contrária ao peso do corpo, contribuindo para seu afundamento.
- B** O corpo humano está submetido a uma aceleração gravitacional aproximadamente igual à que atua na porção de água de mesma massa que o corpo, e retirar o braço para fora da água reduziria a força de empuxo, contrária ao peso do corpo, contribuindo para seu afundamento.

C A densidade de massa de um corpo humano é aproximadamente igual à da água, e retirar o braço para fora da água aumentaria a força de empuxo, contrária ao peso do corpo, contribuindo para seu afundamento.

D O corpo humano está submetido a uma aceleração gravitacional aproximadamente igual à que atua na porção de água de mesma massa que o corpo, e retirar o braço para fora da água aumentaria a força de empuxo, contrária ao peso do corpo, contribuindo para seu afundamento.

33| Um objeto sólido com massa 600 g e volume 1 litro está parcialmente imerso em um líquido, de maneira que 80% do seu volume estão submersos. Considerando a aceleração da gravidade igual a 10 m/s^2 , assinale a alternativa que apresenta a massa específica do líquido.

- A** $0,48 \text{ g/cm}^3$.
- B** $0,75 \text{ g/cm}^3$.
- C** $0,8 \text{ g/cm}^3$.
- D** $1,33 \text{ g/cm}^3$.
- E** $1,4 \text{ g/cm}^3$.

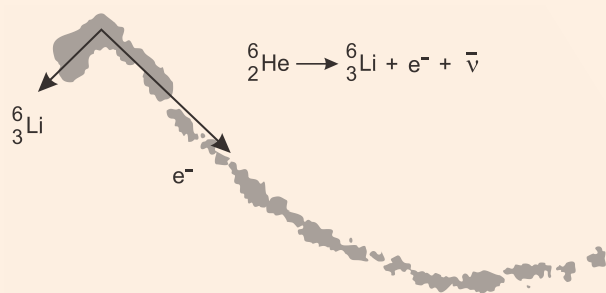
34| Para entender a importância do uso do capacete, considere o exemplo de uma colisão frontal de um motoqueiro, com massa de 80 kg, com um muro. Suponha que ele esteja se deslocando com uma velocidade de 72 km/h quando é arremessado em direção ao muro na colisão. Suponha que o tempo de colisão dure 0,2 s até que ele fique em repouso, e que a força do muro sobre o motoqueiro seja constante.

Qual o valor desta força e quantos sacos de cimento de 50 kg é possível levantar (com velocidade constante) com tal força?

- A** 3.000 N e 6 sacos.
- B** 6.000 N e 240 sacos.
- C** 8.000 N e 16 sacos.
- D** 8.000 N e 160 sacos.
- E** 12.000 N e 160 sacos.



35 | A figura foi obtida em uma câmara de nuvens, equipamento que registra trajetórias deixadas por partículas eletricamente carregadas. Na figura, são mostradas as trajetórias dos produtos do decaimento de um isótopo do hélio (${}^6_2\text{He}$) em repouso: um elétron (e^-) e um isótopo de lítio (${}^6_3\text{Li}$) bem como suas respectivas quantidades de movimento linear, no instante do decaimento, representadas, em escala, pelas setas. Uma terceira partícula, denominada antineutrino ($\bar{\nu}$ carga zero), é também produzida nesse processo.



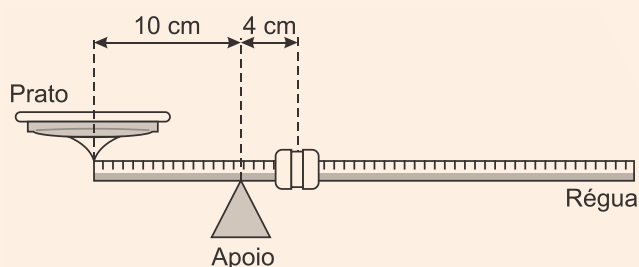
O vetor que melhor representa a direção e o sentido da quantidade de movimento do antineutrino é

A**B****C****D****E**

36 | Dois móveis P e T com massas de 15,0 kg e 13,0 kg, respectivamente, movem-se em sentidos opostos com velocidades $V_P = 5,0$ m/s e $V_T = 3,0$ m/s, até sofrerem uma colisão unidimensional, parcialmente elástica de coeficiente de restituição $e = 3/4$. Determine a intensidade de suas velocidades após o choque.

A $V_T = 5,0$ m/s e $V_P = 3,0$ m/s**B** $V_T = 4,5$ m/s e $V_P = 1,5$ m/s**C** $V_T = 3,0$ m/s e $V_P = 1,5$ m/s**D** $V_T = 1,5$ m/s e $V_P = 4,5$ m/s**E** $V_T = 1,5$ m/s e $V_P = 3,0$ m/s

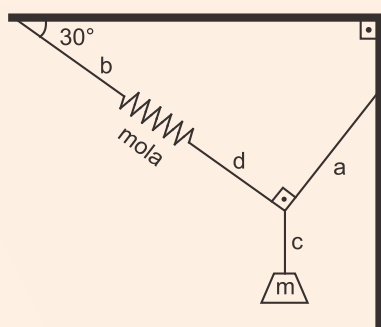
37 | Em feiras livres ainda é comum encontrar balanças mecânicas, cujo funcionamento é baseado no equilíbrio de corpos extensos. Na figura a seguir tem-se a representação de uma dessas balanças, constituída basicamente de uma régua metálica homogênea de massa desprezível, um ponto de apoio, um prato fixo em uma extremidade da régua e um cursor que pode se movimentar desde o ponto de apoio até a outra extremidade da régua. A distância do centro do prato ao ponto de apoio é de 10 cm. O cursor tem massa igual a 0,5 kg. Quando o prato está vazio, a régua fica em equilíbrio na horizontal com o cursor a 4 cm do apoio.



Colocando 1 kg sobre o prato, a régua ficará em equilíbrio na horizontal se o cursor estiver a uma distância do apoio, em cm, igual a

A 18**B** 20**C** 22**D** 24

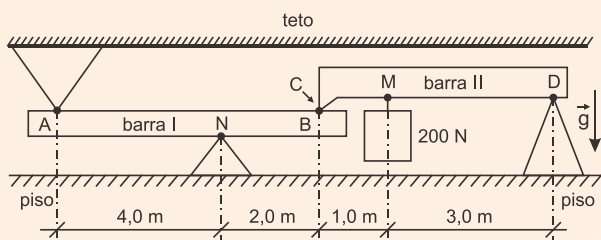
38 | Uma mola de massa desprezível foi presa a uma estrutura por meio da corda "b". Um corpo de massa "m" igual a 2.000 g está suspenso por meio das cordas "a", "c" e "d", de acordo com a figura abaixo, a qual representa a configuração do sistema após ser atingido o equilíbrio. Considerando que a constante elástica da mola é 20 N/cm e a aceleração gravitacional é 10 m/s², assinale a alternativa que apresenta a deformação que a mola sofreu por ação das forças que sobre ela atuaram, em relação à situação em que nenhuma força estivesse atuando sobre ela. Considere ainda que as massas de todas as cordas e da mola são irrelevantes.



- A 0,5 cm.
- B 1,2 cm.
- C 2,5 cm.
- D 3,5 cm.
- E 5,2 cm.

39| O desenho abaixo representa um sistema composto por duas barras rígidas I e II, homogêneas e de massas desprezíveis na posição horizontal, dentro de uma sala. O sistema está em equilíbrio estático.

No ponto M da barra II, é colocado um peso de 200 N suspenso por um cabo de massa desprezível. A barra I está apoiada no ponto N no vértice de um cone fixo no piso. O ponto A da barra I toca o vértice de um cone fixo no teto. O ponto B da barra I toca o ponto C, na extremidade da barra II. O ponto D, localizado na outra extremidade da barra II, está apoiado no vértice de um cone fixo no piso.



DESENHO ILUSTRATIVO FORA DE ESCALA

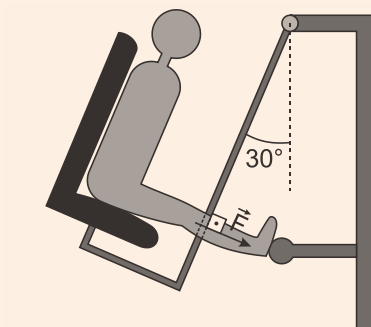
Os módulos das forças de contato sobre a barra I, nos pontos A e N, são respectivamente:

- A 75 N, 150 N
- B 150 N, 80 N
- C 80 N, 175 N
- D 75 N, 225 N
- E 75 N, 100 N

40| Hoje é comum encontramos equipamentos de exercício físico em muitas praças públicas do Brasil. Esses equipamentos são voltados para pessoas de todas as idades, mas, em particular, para pessoas da terceira idade. São equipamentos exclusivamente mecânicos, sem uso de partes elétricas, em que o esforço consiste usualmente em levantar o próprio peso do praticante.

Considere o esquema abaixo, em que uma pessoa de massa $m = 65 \text{ kg}$ está parada e com a perna esticada em um equipamento tipicamente encontrado nessas praças. O módulo da força $\vec{F}$ exercida pela perna da pessoa em razão de sua massa m é

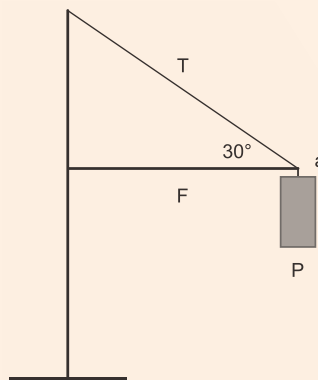
(Se necessário, utilize $g = 10 \text{ m/s}^2$.)



- A 1.300 N.
- B 750 N.
- C 325 N.
- D 560 N.

41| Analise a figura a seguir, que representa um semáforo suspenso por um sistema constituído de um poste, uma haste horizontal (ideal sem peso) e um cabo. No ponto a, estão atuando três forças: o peso P do semáforo (200 N), a tensão T do cabo e a força F exercida pela haste. Considerando que o sistema está em equilíbrio com essas forças, pode-se dizer que os valores, em newtons (N), da tensão do cabo e da força exercida pela haste, são, respectivamente, de:

(Adote: $\sin 30^\circ = 0,5$ e $\cos 30^\circ = 0,8$)





A 500 e 100

B 400 e 320

C 200 e 200

D 320 e 400

E 100 e 500

42 | A figura abaixo representa dois planetas, de massas m_1 e m_2 , cujos centros estão separados por uma distância D , muito maior que os raios dos planetas.



Sabendo que é nula a força gravitacional sobre uma terceira massa colocada no ponto P, a uma distância $D/3$ de m_1 , a razão m_1/m_2 entre as massas dos planetas é

A 1/4.

B 1/3.

C 1/2.

D 2/3.

E 3/2.

43 | Um satélite geoestacionário é um satélite que se move em uma órbita circular acima do Equador da Terra seguindo o movimento de rotação do planeta em uma altitude de 35.786 km. Nesta órbita, o satélite parece parado em relação a um observador na Terra. Satélites de comunicação, como os de TV por assinatura, são geralmente colocados nestas órbitas geoestacionárias. Assim, as antenas colocadas nas casas dos consumidores podem ser apontadas diretamente para o satélite para receber o sinal.

Sobre um satélite geoestacionário é correto afirmar que:

A a força resultante sobre ele é nula, pois a força centrípeta é igual à força centrífuga.

B como no espaço não existe gravidade, ele permanece em repouso em relação a um ponto fixo na superfície Terra.

C o satélite somente permanece em repouso em relação à Terra se mantiver acionados jatos propulsores no sentido oposto ao movimento de queda.

D a força de atração gravitacional da Terra é a responsável por ele estar em repouso em relação a um ponto fixo na superfície da Terra.

E por estar fora da atmosfera terrestre, seu peso é nulo.

44 | Uma partícula de massa m pode ser colocada a oscilar em quatro experimentos diferentes, como mostra a Figura 1 abaixo.

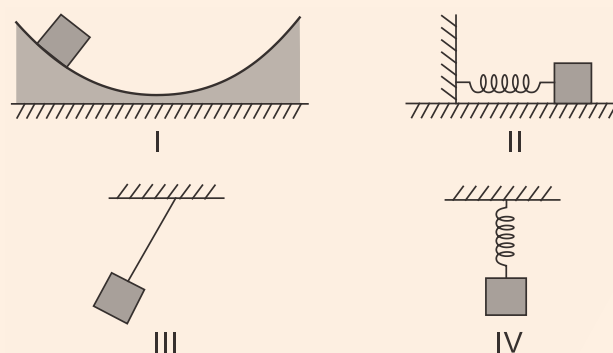


Figura 1

Para apenas duas dessas situações, tem-se o registro do gráfico senoidal da posição da partícula em função do tempo, apresentado na Figura 2.

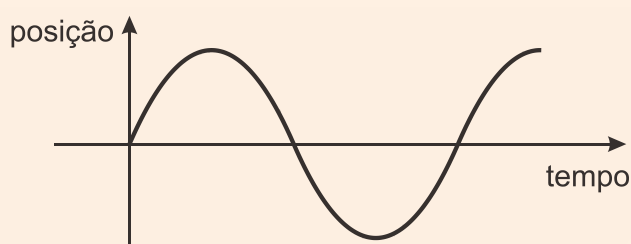


Figura 2

Considere que não existam forças dissipativas nos quatro experimentos; que, nos experimentos II e IV, as molas sejam ideais e que as massas oscilem em trajetórias perfeitamente retilíneas; que no experimento III o fio conectado à massa seja ideal e inextensível; e que nos experimentos I e III a massa descreva uma trajetória que é um arco de circunferência.

Nessas condições, os experimentos em que a partícula oscila certamente em movimento harmônico simples são, apenas

A I e III

B II e III

C III e IV

D II e IV



45| Um rapaz colocou no congelador um saco plástico com 1 litro de água. Após certo tempo, retirou o saco com a água congelada e colocou sobre a mesa. Considere o fluxo médio de calor entre a água e o ambiente de 500 cal/s na pressão de 1 atm e que após 225 s a água chegou ao equilíbrio térmico com o ambiente, que tinha uma temperatura de 30 °C.

Dados: $c_{\text{gelo}} = 0,5 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$, $c_{\text{liq.}} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ e $L_{\text{fusão}} = 80 \text{ cal/g}$.

Com base no exposto, marque com **V** as afirmações **verdadeiras** e com **F** as **falsas**.

- () A água congelada demora 160 s para fundir.
- () A água congelada estava, inicialmente quando colocada na mesa, com temperatura de 0 °C.
- () O calor total recebido pela água em 225 segundos foi de $112,5 \cdot 10^3 \text{ cal}$.
- () O calor recebido pela água líquida para aquecer até 30 °C é 30.000 cal.

A sequência **correta** é:

- A** V – F – V – V
- B** V – F – V – F
- C** F – F – V – F
- D** F – V – V – V

46| Uma caixa d'água em formato cúbico com um metro de aresta está conectada a uma mangueira pela qual é retirada água para molhar um jardim. Suponha que o nível da caixa d'água diminua à razão de 4 mm por minuto, e que a área da extremidade da mangueira seja de 1 cm^2 aproximadamente.

Determine a vazão e velocidade da água que sai da mangueira, respectivamente:

- A** 1/15 L/s e 2/3 m/s
- B** 1/15 L/s e 20/3 m/s
- C** $(1/15) \times 10^{-3} \text{ L/s}$ e 2/3 m/s
- D** 15 L/s e 4/6 m/s
- E** $(15) \times 10^{-3} \text{ L/s}$ e 40/6 m/s

47| Seja um recipiente de altura h , cheio de um líquido, que em sua base possui um orifício circular de diâmetro d . O tempo para esvaziar completamente o líquido por esse orifício é dado por $t = k \cdot \frac{h}{\sqrt{d}}$, onde k é uma constante. Um segundo recipiente nas mesmas condições do anterior tem 16 orifícios circulares, mas com a condição de que a soma das áreas dos mesmos seja igual a área do único orifício do primeiro recipiente.

O tempo necessário para esvaziar completamente o segundo recipiente por um único de seus 16 orifícios é:

- A** 4t.
- B** 2t.
- C** 16t.
- D** t/16.

48| A microfluídica é uma área de pesquisa que trabalha com a manipulação precisa de líquidos em canais com dimensões submilimétricas, chamados de microcanais, possibilitando o desenvolvimento de sistemas miniaturizados de análises químicas e biológicas.

Considere que uma seringa com êmbolo cilíndrico de diâmetro $D = 4 \text{ mm}$ seja usada para injetar um líquido em um microcanal cilíndrico com diâmetro de $d = 500 \mu\text{m}$. Se o êmbolo for movido com uma velocidade de $V = 4 \text{ mm/s}$, a velocidade v do líquido no microcanal será de

- A** 256,0 mm/s.
- B** 32,0 mm/s.
- C** 62,5 $\mu\text{m/s}$.
- D** 500,0 $\mu\text{m/s}$.

49| Uma minúscula bolha de ar sobe até a superfície de um lago. O volume dessa bolha, ao atingir a superfície do lago, corresponde a uma variação de 50% do seu volume em relação ao volume que tinha quando do início do movimento de subida. Considerando a pressão atmosférica como sendo de 10^5 Pa , a aceleração gravitacional de 10 m/s^2 e a densidade da água de 1 g/cm^3 , assinale a alternativa que apresenta a distância percorrida pela bolha durante esse movimento se não houve variação de temperatura significativa durante a subida da bolha.

- A** 2 m.
- B** 3,6 m.
- C** 5 m.
- D** 6,2 m.
- E** 8,4 m.



50 Ondas gravitacionais foram previstas por Einstein em 1916 e diretamente detectadas pela primeira vez em 2015. Sob determinadas condições, um sistema girando com velocidade angular ω irradia tais ondas com potência proporcional a $Gc^\beta Q^\gamma \omega^\delta$ em que G é a constante de gravitação universal; c , a velocidade da luz e Q , uma grandeza que tem unidade em $\text{kg} \cdot \text{m}^2$. Assinale a opção correta.

- A** $\beta = -5$, $\gamma = 2$ e $\delta = 6$
- B** $\beta = -3/5$, $\gamma = 4/3$ e $\delta = 4$
- C** $\beta = -10/3$, $\gamma = 5/3$ e $\delta = 5$
- D** $\beta = 0$, $\gamma = 1$ e $\delta = 3$
- E** $\beta = -10$, $\gamma = 3$ e $\delta = 9$

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Um peixe ósseo com bexiga natatória, órgão responsável por seu deslocamento vertical, encontra-se a 20 m de profundidade no tanque de um oceanário. Para buscar alimento, esse peixe se desloca em direção à superfície; ao atingi-la, sua bexiga natatória encontra-se preenchida por 112 mL de oxigênio molecular.

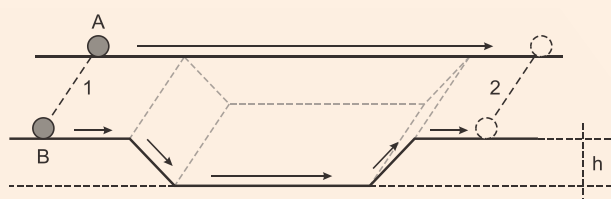
51 O deslocamento vertical do peixe, para cima, ocorre por conta da variação do seguinte fator:

- A** densidade
- B** viscosidade
- C** resistividade
- D** osmolaridade

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 3 QUESTÕES:

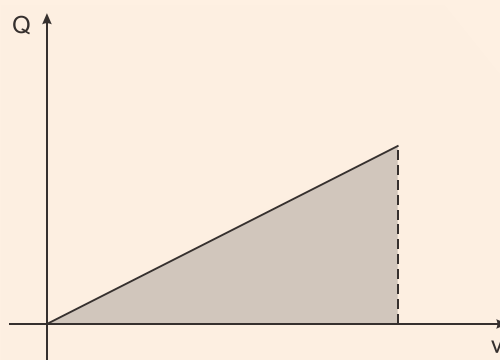
Considere o campo gravitacional uniforme.

52 Na figura abaixo, são representadas, em perspectiva, duas esferas, A e B, que deslizam livres de quaisquer atritos sobre dois trilhos. Em um mesmo instante, as duas esferas passam pela posição (1) com velocidades iguais, medidas em relação a um mesmo referencial inercial. Ao passarem pela posição (2), qual será a relação entre os módulos das velocidades das esferas A e B e entre os intervalos de tempo necessários para elas percorrerem as distâncias entre (1) e (2)?



- A** $V_A > V_B$ e $\Delta t_A = \Delta t_B$
- B** $V_A > V_B$ e $\Delta t_A < \Delta t_B$
- C** $V_A = V_B$ e $\Delta t_A < \Delta t_B$
- D** $V_A = V_B$ e $\Delta t_A = \Delta t_B$
- E** $V_A < V_B$ e $\Delta t_A > \Delta t_B$

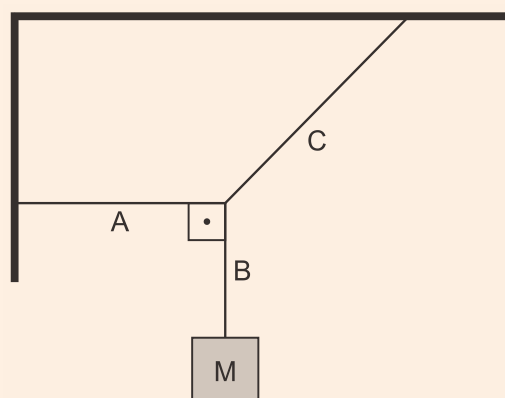
53 O gráfico abaixo representa a quantidade de movimento Q em função da velocidade v para uma partícula de massa m .



A área hachurada no gráfico é numericamente igual a qual grandeza física?

- A** Impulso
- B** Deslocamento
- C** Energia cinética
- D** Força resultante
- E** Torque

54 No sistema apresentado na figura abaixo, o bloco M está em equilíbrio mecânico em relação a um referencial inercial. Os três cabos, A, B e C, estão submetidos, cada um, a tensões respectivamente iguais a $\vec{T}_A$, $\vec{T}_B$ e $\vec{T}_C$. Qual das alternativas abaixo representa corretamente a relação entre os módulos dessas forças tensoras?





- A** $T_A > T_C$
B $T_A < T_C$
C $T_A = T_C$
D $T_B = T_C$
E $T_B > T_C$

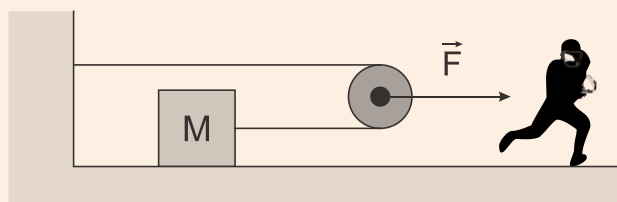
TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 6 QUESTÕES:

Considere o módulo da aceleração da gravidade como $g = 10,0 \text{ m/s}^2$ e a constante da gravitação universal como $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ e utilize $\pi = 3$.

55 | Achar modalidades mais criativas é uma preocupação constante na vida de quem está acostumado a malhar e precisa se manter motivado. Em algum momento, a atividade escolhida perde a graça, sendo preciso encontrar algo diferente. A mais recente inovação nessa área é o *CrossFit*, uma ginástica elaborada com base nos treinamentos do Exército e da Marinha dos Estados Unidos e de atletas olímpicos. No Brasil, o número de adeptos cresce, e surgem academias especializadas na modalidade.

Fonte: http://istoe.com.br/188465_TREINAMENTO+ANTIMONOTONIA/, acessado em 14 de julho de 2016.

Em uma sessão de treino *CrossFit*, um atleta de Rugby segura uma pequena bola e puxa uma polia que está presa a uma parede e a um bloco por um fio ideal, com uma força de módulo F horizontal, conforme mostra a figura a seguir.



Supondo que a polia tenha massa desprezível e que o atrito entre o bloco e a superfície horizontal seja desprezível, assinale a alternativa CORRETA.

- A** A aceleração do bloco é o dobro da aceleração da polia.
B A aceleração da polia é o dobro da aceleração do bloco.
C A aceleração do bloco tem intensidade igual a $F/(4M)$.

D Se a polia for movida por uma distância horizontal d , para a direita, o bloco se move $d/2$ também para a direita.

E A variação de energia cinética do bloco, quando a polia se move por uma distância horizontal d , para a direita, é igual a Fd .

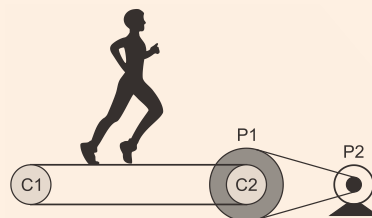
56 | Como um velocista, Bolt passa muito pouco tempo correndo. Em todas as finais olímpicas das quais participou, nos últimos três jogos (Pequim, Londres e Rio), ele correu um total de “apenas” 114 segundos, ou seja, nem dois minutos.

	Pequim 2008	Londres 2012	Rio 2016
100 m	9,69	9,63	9,81
200 m	19,3	19,32	19,78
4 x 100 m	8,98	8,7	9*

*O tempo individual de Bolt ainda não foi publicado. Medimos o tempo dele pela TV.

Fonte: <http://www.bbc.com/portuguese/brasil-37144726>, acessado em 20 de agosto de 2016.

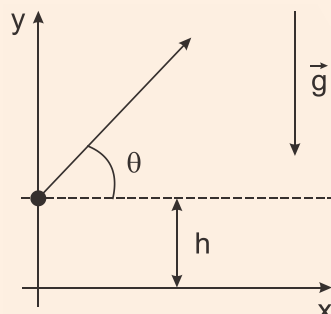
Esteiras ergométricas são dispositivos que auxiliam no treino e na execução de atividades físicas, como caminhada e corrida. Uma esteira é formada por uma lona, que envolve dois cilindros idênticos, C1 e C2, de 2 cm de raio, conforme indicado na figura a seguir. No eixo do cilindro frontal, está montada uma polia P1 de 4 cm de raio que, através de uma correia, está acoplada ao eixo de um motor elétrico. O motor gira a correia em uma polia P2, que possui 1 cm de raio. Supondo que Usain Bolt desenvolvesse a velocidade média da prova 4 x 100 m dos Jogos Olímpicos Rio 2016, utilizando a esteira ergométrica descrita anteriormente, qual seria a velocidade aproximada de rotação da polia P1 em r.p.m.?



- A** 40.000
B 20.000
C 10.000
D 5.000
E 1.000



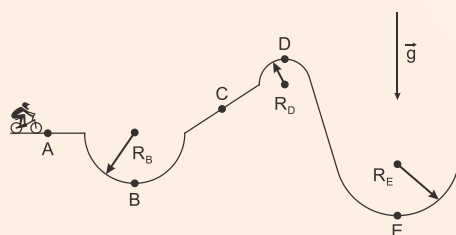
57 Em uma prova olímpica de arremesso de peso, o atleta atira, sob um ângulo θ em relação à horizontal, um objeto esférico de massa m , com energia cinética E , de maneira a obter maior alcance possível. Veja a representação esquemática a seguir.



Em um arremesso desse tipo, h é aproximadamente igual a 2,0 m, e o ângulo de lançamento está entre 31° e 43° , quando considerada a resistência do ar. Não havendo resistência do ar, a energia cinética do projétil no ponto mais alto dessa prova seria

- A** $E(\cos 31^\circ)^2$
- B** $E(\sin 43^\circ)^2$
- C** $E(\tan 43^\circ)^2$
- D** $E/2$
- E** $E/4$

58 Suponha que, em uma prova olímpica de ciclismo BMX, presente nos Jogos Olímpicos desde a Olimpíada de Pequim 2008, um atleta percorre um trecho de pista de corrida cujo corte lateral é mostrado na figura a seguir.



A partir desse corte, percebe-se que o atleta viaja por segmentos de pista retos e por semicírculos onde $R_D < R_B < R_E$. Se o atleta pedala e utiliza os freios de forma a ter velocidade constante no trecho mostrado, o ponto de maior intensidade da reação normal da pista sobre a bicicleta é

- A** A
- B** B
- C** C

D D

E E

59 Os campeões olímpicos e paralímpicos, Cesar Cielo e Guizni Li, possuem os recordes na prova de natação nos 50 m livres, fazendo a prova em 21, 30 s e 30, 73 s, respectivamente.

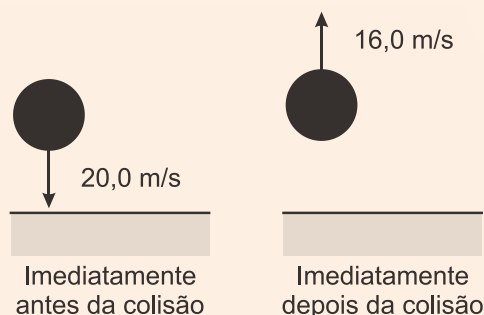
Fontes: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/rio-2016/noticia/2016-09/noite-de-natacao-paralimpica-tem-quebra-de-recordes-e-3-medalhas-para-o>

http://www.ipt.br/olimpiada_e_metrologia/velocidade-na-olimpiada/. Acessados em: 23 de setembro de 2016.

Baseado nesses fatos, assinale a alternativa CORRETA.

- A** Os dois atletas percorreram distâncias diferentes.
- B** A velocidade média de Cesar Cielo é igual à de Guizni Li.
- C** A velocidade final dos atletas na prova de natação de 50 metros livres é zero.
- D** A velocidade instantânea é proporcional à distância total percorrida.
- E** Durante a prova, a energia mecânica dos atletas não é conservada.

60 Em uma aula de educação física, o professor convida os estudantes para observar o movimento de uma bola de basquete de 500 g, arremessada contra o solo. Nesse experimento, as velocidades da bola imediatamente antes e depois da colisão foram determinadas e estão mostradas na figura a seguir.



Três afirmações propostas pelo professor acerca da colisão da bola com o chão devem ser analisadas pelos estudantes como verdadeiras (V) ou falsas (F). São elas:

- () O impulso sobre a bola possui direção vertical e para baixo.
- () O módulo da variação da quantidade de movimento da bola é igual a 18 kg m/s.
- () A Terceira Lei de Newton não se aplica nesse caso.



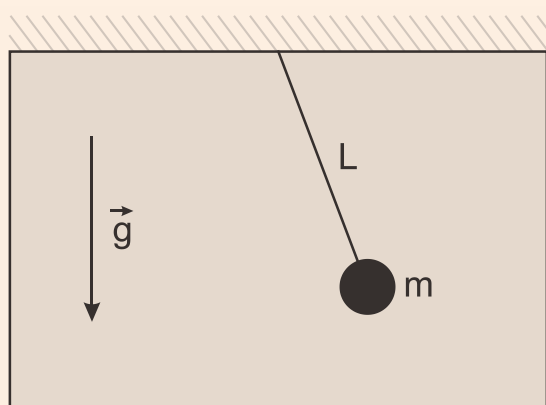
A sequência CORRETA encontra-se na alternativa

- A** F – V – V
- B** V – V – F
- C** F – F – V
- D** V – F – V
- E** F – V – F

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Nas questões com respostas numéricas, considere o módulo da aceleração da gravidade como $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, o módulo da carga do elétron como $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, o módulo da velocidade da luz como $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ e utilize $\pi = 3$.

61|



Um pêndulo simples de massa m e comprimento L está imerso em um fluido viscoso, num local onde a aceleração da gravidade tem módulo g que aponta verticalmente para baixo. Considerando-se que a força de arrasto, que atua sobre o pêndulo, devido ao fluido, seja proporcional à sua velocidade e que ele não possua efeitos significativos sobre o fio, assinale a alternativa CORRETA.

- A** A energia mecânica é conservada.
- B** A amplitude de oscilação é constante.
- C** O pêndulo tenderá ao repouso mais rapidamente, se a sua massa aumentar.
- D** A força de tração na corda aumenta, se a massa do pêndulo aumentar.
- E** A força de tração na corda diminui, se o comprimento do pêndulo diminuir.

GABARITO

01| A

Orientando a trajetória no sentido do jogador para a parede, na ida o movimento é progressivo, portanto a velocidade escalar é positiva e, na volta, o movimento é retrógrado, sendo a velocidade escalar negativa. Como essas velocidades são constantes, os gráficos dos deslocamentos são segmentos de reta. O módulo da velocidade está associado à declividade do segmento de reta: maior velocidade $\rightarrow$ maior declividade. Assim, como o módulo da velocidade é menor na volta, nesse trecho a declividade do segmento de reta também é menor.

02| C

Dados: Distância inicial: $d = 180 \text{ m}$; velocidade do caminhão: $V_C = 20 \text{ m/s}$; velocidade do carro: $v_a = 25 \text{ m/s}$. aceleração da Van: $a_v = 8 \text{ m/s}^2$; comprimento dos veículos:

[I] Correta. O carro demora 4 s para estar na mesma posição, em relação a estrada, do caminhão.

Usando a velocidade relativa entre o carro e o caminhão:

$$v_{a/c} = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow 20 + 25 = \frac{180}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{180}{45} \Rightarrow \Delta t = 4 \text{ s}.$$

[II] Incorreta. A Van levará 4 s para ultrapassar completamente o caminhão e irá colidir com o carro.

Em relação ao caminhão, a velocidade inicial da Van é nula e o espaço relativo percorrido na ultrapassagem é $L_c + L_v = 10 + 6 = 16 \text{ m}$.

$$\Delta S = \frac{a}{2} t^2 \Rightarrow 16 = \frac{8}{2} t^2 \Rightarrow t = 2 \text{ s}.$$

[III] Correta. A Van conseguirá ultrapassar o caminhão sem se chocar com o carro.

Em 2 segundos a Van e o carro percorrem:

$$\begin{cases} \Delta S_v = v_0 t + \frac{a}{2} t^2 \Rightarrow \Delta S_v = 20(2) + \frac{8}{2} 2^2 \Rightarrow \Delta S_v = 56 \text{ m}. \\ \Delta S_a = v_a t = 25(2) = 50 \text{ m}. \end{cases}$$

Ao final da ultrapassagem a distância entre o carro e a Van é: $d = 180 - (56 + 60) \text{ m} = 64 \text{ m}$.

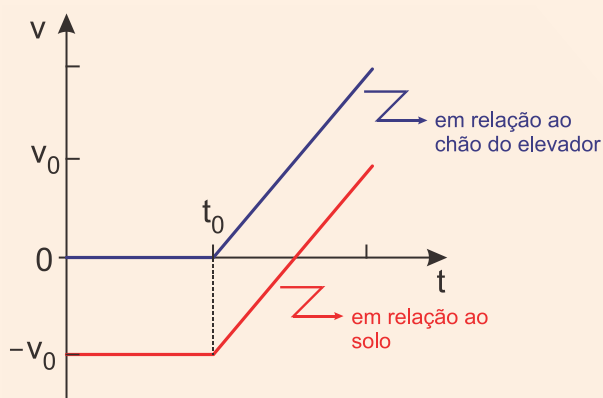
[IV] Correta. A Van percorrerá 56 m da estrada para ultrapassar completamente o caminhão.

Cálculo na afirmativa anterior.

**03 | E**

Tomando como referencial o chão do elevador, o parafuso está em repouso até o instante t_0 . Assim, $v'_0 = 0$. A partir desse instante, ele entra em queda livre, aumentando sua velocidade linearmente com o tempo.

O gráfico mostra a variação da velocidade escalar do parafuso em relação ao chão do elevador e em relação ao solo, ambos considerando a trajetória orientada para baixo.

**04 | C**

Dados:

$$v_A = 60 \text{ cm/s}; v_B = 0,3 \text{ m/s} = 30 \text{ cm/s}; AB = 10 \text{ cm}.$$

Da figura dada:

$$R_A = R_B + AB \Rightarrow R_B = R_A - 10.$$

Os dois pontos têm mesma velocidade angular.

$$\omega_A = \omega_B \Rightarrow \frac{v_A}{R_A} = \frac{v_B}{R_B} \Rightarrow \frac{60}{R_A} = \frac{30}{R_A - 10} \Rightarrow 2(R_A - 10) = R_A \Rightarrow R_A = 20 \text{ cm}.$$

O diâmetro da polia é igual ao dobro do raio do ponto A.

$$D = 2 R_A \Rightarrow \boxed{D = 40 \text{ cm.}}$$

A velocidade angular da polia é igual à do ponto A.

$$\omega = \omega_A = \frac{v_A}{R_A} = \frac{60}{20} \Rightarrow \boxed{\omega = 3 \text{ rad/s.}}$$

05 | B

Utilizando a lei dos cossenos, temos:

$$F_r^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \theta$$

$$F_r^2 = 9^2 + 15^2 + 2 \cdot 9 \cdot 15 \cdot \cos 120$$

$$F_r^2 = 81 + 225 + 270 \cdot \cos 120$$

$$F_r^2 = 81 + 225 + 270 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right)$$

$$F_r = \sqrt{171} \Rightarrow F_r = \sqrt{9 \cdot 19} \Rightarrow F_r = 3\sqrt{19} \text{ N}$$

06 | C

A energia cinética ao abandonar a mão do garoto é:

$$E_0 = \frac{m v_0^2}{2}. \quad (\text{I})$$

No ponto mais alto da trajetória a velocidade é:

$$V_x = V_0 \cos \alpha.$$

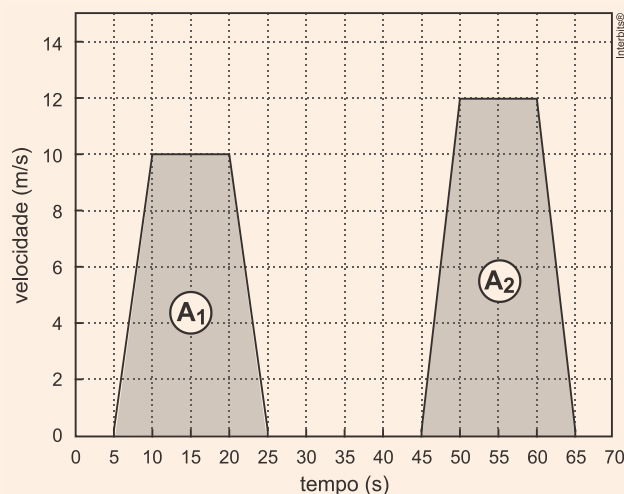
A energia cinética nesse ponto mais alto é:

$$E = \frac{m v_x^2}{2} = \frac{m (v_0 \cos \alpha)^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} \cdot \cos^2 \alpha. \quad (\text{II})$$

$$\text{Substituindo (I) em (II): } \boxed{E = E_0 \cdot \cos^2 \alpha}$$

07 | A

A distância pedida (d) é numericamente igual à soma das áreas dos dois trapézios, destacados no gráfico.



$$d = A_1 + A_2 = \frac{[(25-5) + (20-10)] \times 10}{2} + \frac{[(25-5) + (20-10)] \times 12}{2} \Rightarrow d = (20+10) \times 5 + (20+10) \times 6 = 150 + 180 \Rightarrow \boxed{d = 330 \text{ m.}}$$

08 | C

Após comprimir-se a mola, ao abandonar o sistema, o bloco B é acelerado pela força de atrito estática entre ele e o bloco A, que é a resultante das forças sobre B.



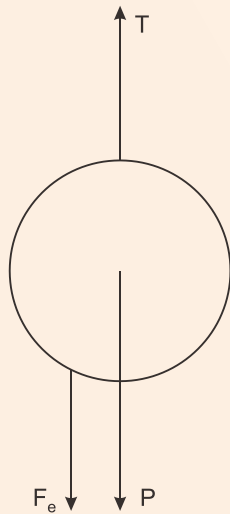
Na iminência de B escorregar, essa força de atrito estática atinge intensidade máxima. Assim:

$$F_{\text{res}} = F_{\text{at, máx}} \Rightarrow m_B a = \mu_e N \Rightarrow m_B a = \mu_e m_B g \Rightarrow \underline{a = \mu_e g} \quad (\text{I})$$

Mas o conjunto é acelerado pela força elástica, já que não há atrito com o solo. Então:

$$kx = (m_A + m_B)a \Rightarrow x = \frac{(m_A + m_B)\mu_e g}{k} \Rightarrow x = \frac{(3+1) \cdot 0,4 \cdot 10}{160} \Rightarrow x = 0,1 \text{ m} \Rightarrow \boxed{x = 10 \text{ cm.}}$$

09 | A



$$T - F_e - P = m \cdot a$$

$$T - F_e - P = 0$$

$$F_e = T - P$$

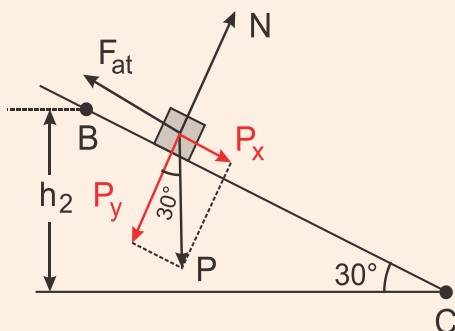
$$\frac{kQ^2}{d^2} = T - mg$$

$$d = \sqrt{\frac{kQ^2}{T - mg}}$$

$$d = Q \sqrt{\frac{k}{T - mg}}$$

10 | A

A figura a seguir destaca apenas o trecho BC.



Analisando-a:

$$\begin{cases} \text{sen } 30^\circ = \frac{h_2}{\Delta S_{BC}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{h_2}{\Delta S_{BC}} \Rightarrow \Delta S_{BC} = 2h_2 & (\text{I}) \\ N = P_y \Rightarrow N = P \cos 30^\circ \Rightarrow N = mg \frac{\sqrt{3}}{2} & (\text{II}) \end{cases}$$

A intensidade da força de atrito cinética é:

$$F_{\text{at}} = \mu N = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot P \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \underline{F_{\text{at}} = \frac{3}{4} mg} \quad (\text{III})$$

Como o corpo parte do repouso em A e chega em C com velocidade nula, a variação da energia cinética do bloco entre esses pontos é nula. Aplicando o Teorema da Energia Cinética ao longo do trecho ABC:

$$W_{\text{res}}^{ABC} = \Delta E_{\text{cin}}^{ABC} \Rightarrow W_P + W_{F_{\text{at}}} + W_N = 0 \Rightarrow mg(h_1 + h_2) - F_{\text{at}} \Delta S_{BC} = 0.$$

Utilizando (I) e (III), vem:

$$mg(h_1 + h_2) - \frac{3}{4} mg(2h_2) = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{2}}.$$

11 | E

No instante em que a partícula é abandonada, sua velocidade é nula. A força que se opõe ao movimento é, então, também nula, sendo a força resultante igual ao próprio peso.

Da leitura direta do gráfico:

$$v = 0 \Rightarrow F_a = 0 \Rightarrow F_R = P = 3 \times 10^{-14} \text{ N}.$$

Iniciada a queda, o módulo da força resultante é dado pelo Princípio Fundamental da Dinâmica:

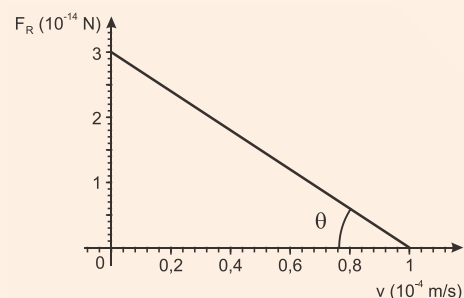
$$F_R = P - F_a \Rightarrow F_R = P - bv.$$

Também do gráfico: $v = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s} \Rightarrow F_R = 0$.

Assim, substituindo valores:

$$0 = 3 \times 10^{-14} - b(1 \times 10^{-4}) \Rightarrow b = \frac{3 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-4}} \left[\frac{\text{N}}{\text{m/s}} \right] \Rightarrow \boxed{b = 3 \times 10^{-10} \text{ N} \cdot \text{s/m.}}$$

Nota: Ao se concluir que $F_R = P - bv$ pode-se notar que b é o coeficiente angular da reta mostrada no gráfico.

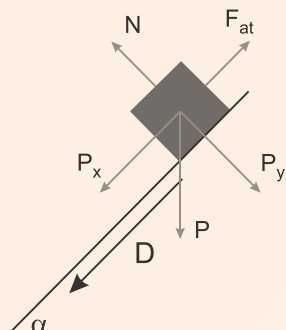




Assim, de uma maneira matemática mais direta:

$$b = \operatorname{tg} \theta \Rightarrow b = \frac{3 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-4}} \Rightarrow \boxed{b = 3 \times 10^{-10} \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}}}$$

12 | C



$$\Delta E_c = W$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = F_r \cdot d$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = (P_x - F_{at}) \cdot d$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = (P \cdot \operatorname{sen} \theta - \mu \cdot P \cdot \operatorname{cos} \theta) \cdot d$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = (m \cdot g \cdot \operatorname{sen} \theta - \mu \cdot m \cdot g \cdot \operatorname{cos} \theta) \cdot d$$

$$\frac{1}{2} v^2 = (g \cdot \operatorname{sen} \theta - \mu \cdot g \cdot \operatorname{cos} \theta) \cdot d$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot d \cdot (\operatorname{sen} \theta - \mu \operatorname{cos} \theta)}$$

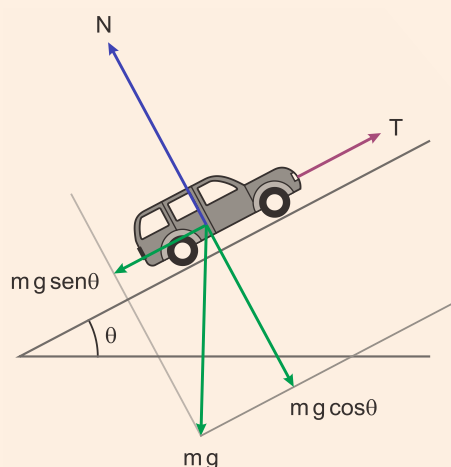
$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,15 \cdot (\operatorname{sen}(30) - \mu \cdot \operatorname{cos}(30))}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,15 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{9} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right)} \Rightarrow v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,15 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{3}{18} \right)} \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,15 \cdot \left(\frac{6}{18} \right)} \Rightarrow v = \sqrt{1} \Rightarrow v = 1 \text{ m/s}$$

13 | A

De acordo com o diagrama de forças, temos:



A reação normal é igual em módulo à componente normal do peso em relação ao plano inclinado:

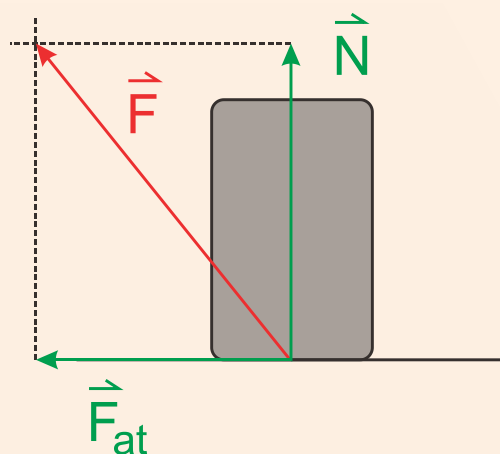
$$N = P_y \Rightarrow N = m g \operatorname{cos} \theta \Rightarrow N = 1000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,8 \therefore N = 8000 \text{ N}$$

A tração na corda corresponde à componente do peso paralela ao plano inclinado:

$$T = P_x \Rightarrow T = m g \operatorname{sen} \theta \Rightarrow T = 1000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 0,6 \therefore T = 6000 \text{ N}$$

14 | C

As componentes da força ($\vec{F}$) que a esteira exerce na caixa são a Normal ($\vec{N}$) e a de atrito ($\vec{F}_{at}$), conforme mostra a figura.



15 | C

Cálculo do tempo de queda:

$$h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2(2R)}{g}} \Rightarrow t = 2\sqrt{\frac{R}{g}}$$

Após a ruptura da corda, na direção horizontal o movimento é uniforme. A velocidade inicial do lançamento é:

$$D = vt \Rightarrow 4R = v \left(2\sqrt{\frac{R}{g}} \right) \Rightarrow 16R^2 = v^2 4 \frac{R}{g} \Rightarrow \underline{v^2 = 4Rg}$$

Se a partícula é lançada horizontalmente, a corda se rompe no ponto mais alto. Imediatamente antes da ruptura, a força resultante centrípeta tem intensidade igual à soma das intensidades do peso e da tração.

$$T + P = F_{cent} \Rightarrow T + mg = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow T = \frac{m(4Rg)}{R} - mg \Rightarrow \boxed{T = 3mg}$$

16 | C

$$F_r = 0$$

$$P - N = 0$$

$$P = N$$

$$\tau_{hor} = \tau_{anti} - hor$$



$$A \cdot \frac{2x}{3} + P \cdot \frac{x}{6} = N \cdot \frac{2x}{3}$$

$$A \cdot \frac{2}{3} + P \cdot \frac{1}{6} = N \cdot \frac{2}{3}$$

$$A \cdot 2 + P \cdot \frac{1}{2} = N \cdot 2$$

$$A \cdot 2 + \frac{P}{2} = N \cdot 2$$

$$P = N$$

$$A \cdot 2 + \frac{N}{2} = N \cdot 2$$

$$\frac{A}{N} = \frac{3}{4}$$

$$A = \mu \cdot N$$

$$\mu = \frac{A}{N}$$

$$\mu = \frac{3}{4}$$

$$\mu = 0,75$$

17| B

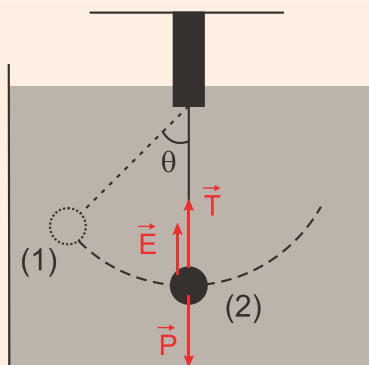
Dados:

$$T = 0,25 \text{ N}; \quad \rho_{\text{água}} = 1.000 \text{ kg/m}^3;$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2; \quad \rho_b = 2,5 \text{ g/cm}^3 = 2.500 \text{ kg/m}^3;$$

$$V = 10 \text{ cm}^3 = 10^{-5} \text{ m}^3; \quad R = L = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$$

A figura mostra as forças agindo na bolinha quando ela passa pelo ponto mais baixo.



A resultante dessas forças é centrípeta.

$$F_{\text{cent}} = T + E - P \Rightarrow \frac{mv^2}{R} = T + \rho_b Vg - \rho_a Vg \Rightarrow \frac{mv^2}{R} = T + (\rho_b - \rho_a) Vg \Rightarrow$$

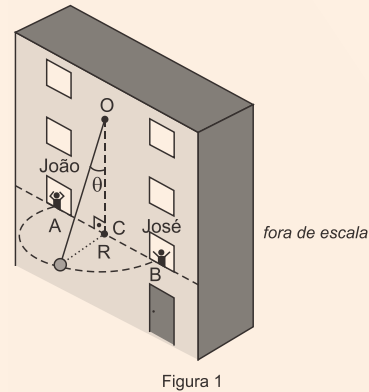
$$\frac{mv^2}{R} = 0,25 + (2,5 - 1)10^3 \times 10^{-5} \times 10 \Rightarrow \frac{mv^2}{R} = 0,1.$$

Multiplicando os dois membros dessa última expressão por $\frac{R}{2}$, vem:

$$\frac{mv^2}{R} \left(\frac{R}{2} \right) = 0,1 \left(\frac{R}{2} \right) \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = 0,1 \left(\frac{0,12}{2} \right) \Rightarrow E_{\text{cin}} = 0,006 \text{ J.}$$

18| A

A figura 1 destaca o raio da trajetória efetuada pelo objeto.



$$AB = 15 \text{ m}$$

$$R = \frac{AB}{2} = 7,5 \text{ m}$$

A figura 2 mostra as forças (e componentes) agindo sobre o objeto.

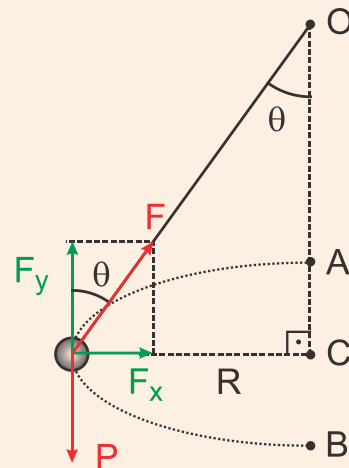


Figura 2

Equacionando o movimento:

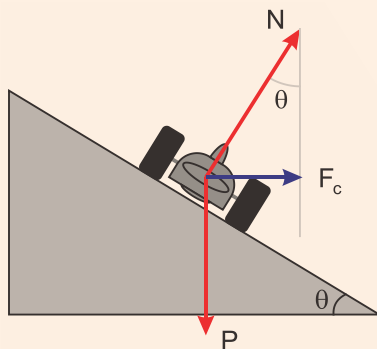
$$\begin{cases} F_x = F_{\text{cp}} \Rightarrow F \sin \theta = m \omega^2 R \\ F_y = P \Rightarrow F \cos \theta = m g \end{cases} \div \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{\omega^2 R}{g} \Rightarrow$$

$$\omega = 1 \text{ rad/s.}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g \sin \theta}{R \cos \theta}} = \sqrt{\frac{10(0,6)}{7,5(0,8)}} = \sqrt{\frac{6}{6}} \Rightarrow$$

**19 | ANULADA**

Para a resolução do problema vamos analisar o diagrama de forças da pista inclinada:



Desconsiderando o atrito entre a pista e os pneus:

$$\tan \theta = \frac{F_c}{P} \Rightarrow \tan \theta = \frac{m \frac{v^2}{R}}{mg} \therefore \tan \theta = \frac{v^2}{Rg}$$

Substituindo os valores e transformando as unidades da velocidade para o Sistema Internacional (S.I.), temos:

$$\tan \theta = \frac{v^2}{Rg} = \frac{\left(72\sqrt{3} \text{ km/h} \cdot \frac{1\text{m/s}}{3,6 \text{ km/h}}\right)^2}{60\sqrt{3} \text{ m} \cdot 10\text{m/s}^2} \therefore \tan \theta = \frac{2}{3}\sqrt{3}$$

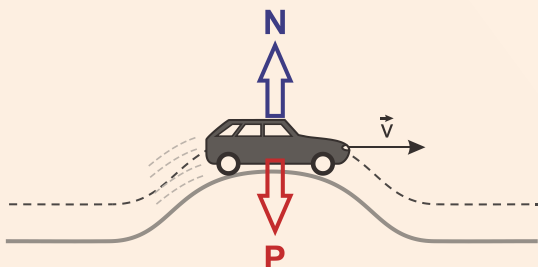
E, finalmente calculando o arco tangente deste valor, temos o ângulo da pista:

$$\theta = \arctan \frac{2}{3}\sqrt{3} \therefore \theta = 49,1^\circ$$

Questão anulada pela banca por não fornecer nenhuma alternativa com a resposta correta.

20 | B

Questão envolvendo a dinâmica no movimento circular uniforme, em que a força resultante no ponto mais alto da lombada é representado na figura abaixo:



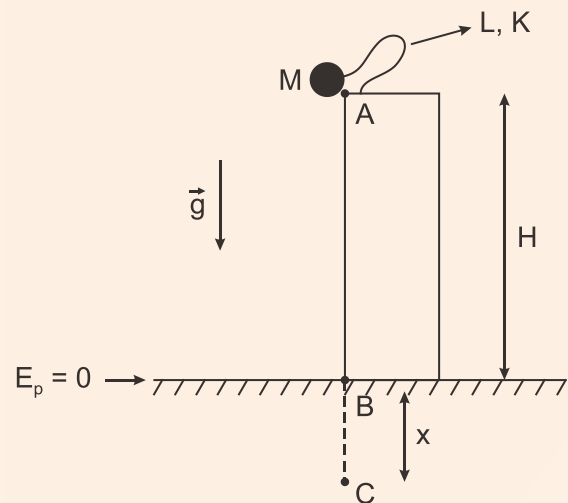
A resultante das forças é a força centrípeta:

$$F_r = F_c \Rightarrow P - N = \frac{M v^2}{R} \Rightarrow Mg - N = \frac{M v^2}{R}$$

$$\therefore N = Mg - \frac{M v^2}{R}$$

21 | A

Considere a figura a seguir:



A massa do corpo é M , o comprimento natural da corda e sua constante elástica são L e k , respectivamente.

H é a altura do prédio em relação ao solo, e x é a distância percorrida pelo corpo enquanto penetra no solo.

Considerando que não há perdas de energia no deslocamento do corpo do ponto A ao ponto B, pode-se afirmar que: $E_{M_A} = E_{M_B}$

sendo E_{M_x} a energia mecânica total do corpo num ponto X genérico.

Adotou-se o solo como nível de referência para a energia potencial gravitacional, de modo que: $E_{P_B} = 0 \text{ [J]}$

sendo E_{P_x} a energia potencial do corpo numa posição genérica x .

Conclui-se que:

$$(i) E_{M_B} = E_{M_A} = Mgh$$

$$(ii) E_{M_C} = Mg(-x) + \frac{k}{2}(H - L + x)^2$$

sendo $\Delta L = H - L + x$ a distensão da corda quando o corpo se encontra na posição C .

A variação da energia mecânica total do corpo em seu deslocamento entre os pontos B e C é dada pelo trabalho da força de resistência à penetração no solo, de modo que: $-\bar{F}_R x = \Delta E_{M_{BC}} = E_{M_C} - E_{M_B}$

sendo $\bar{F}_R$ o módulo da força de referência média.



Conclui-se que:

$$F_R = \frac{-1}{x}(E_{M_C} - E_{M_B})$$

$$F_R = \frac{-1}{x} \left(-Mgx + \frac{k}{2}(H-L+x)^2 - MgH \right)$$

$$F_R = Mg + \frac{MgH}{x} - \frac{k(H-L+x)^2}{2x}$$

$$F_R = Mg + \frac{MgH}{x} - \frac{k}{2x} [H^2 + L^2 + x^2 + 2Hx - 2HL - 2Lx]$$

$$F_R = Mg + \frac{MgH}{x} + \frac{k}{2x} (2HL - 2Lx - 2Hx) - \frac{k}{2x} (H^2 + L^2 + x^2)$$

$$F_R = Mg + \frac{MgH + k(HL - Lx - Hx)}{x} - \frac{k}{2x} (H^2 + L^2 + x^2)$$

22 | E

Cálculo da potência útil:

$$P = 2 \cdot 10^3 \frac{W}{m^2} \cdot 20 m^2 \cdot 0,6 = 24000 W$$

A quantidade de calor trocada é dada por:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta = m \cdot 1,4 \cdot 2 \cdot \Delta\theta$$

Substituindo esse resultado na equação abaixo, vem:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m}{\Delta t} \cdot 4 \cdot 2 \cdot \Delta\theta$$

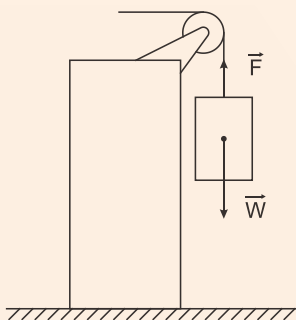
$$\text{Como: } \frac{m}{\Delta t} = 6 \frac{\text{kg}}{\text{min}} = \frac{6}{60} \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Temos que:

$$24000 = \frac{6}{60} \cdot 4 \cdot 2 \cdot \Delta\theta$$

$$\therefore \Delta\theta \cong 57,1^\circ$$

23 | A



Seja o plano térreo o nível de referência para a energia potencial. As forças atuantes sobre a carga do elevador são as forças de tração $\vec{F}$ e peso $\vec{W}$.

Sendo $\vec{R} = \vec{F} + \vec{W}$ a resultante das forças sobre a carga do elevador, então:

$$\tau_R = \tau_F + \tau_W \quad (I)$$

com τ_R sendo o trabalho da força resultante $\vec{R}$, τ_F o trabalho da força $\vec{F}$ e τ_W o trabalho da força peso $\vec{W}$.

O teorema do trabalho e energia diz que o trabalho realizado pela força resultante sobre um corpo é igual à variação da energia cinética do corpo, ou seja,

$$\tau_R = \Delta E_C = E_{C_f} - E_{C_o} \quad (II)$$

Como o elevador subiu a uma velocidade v_0 constante, da equação (II) tem-se que:

$$\tau_R = E_{C_f} - E_{C_o} = \frac{m_{\text{elev}} v_0^2}{2} - \frac{m_{\text{elev}} v_0^2}{2} = 0$$

ou seja, não houve variação da energia cinética e $\tau_R = 0$.

Aplicando-se esse resultado na equação (I), tem-se que:

$$\tau_F + \tau_W = \tau_R = 0 \Rightarrow \tau_F = -\tau_W \quad (III)$$

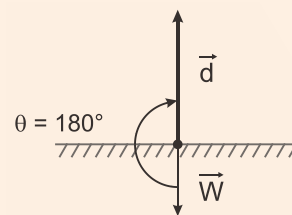
Como $\vec{W}$ é uma força conservativa (a única força conservativa), então:

$$\tau_W = E_{P_o} - E_{P_f} = 0 - m_{\text{elev}}gh = -m_{\text{elev}}gh \quad (IV)$$

sendo m_{elev} a massa da carga do elevador, g a aceleração da gravidade e h a altura percorrida pelo elevador.

Outra forma de calcular τ_W , nesse caso particular Por definição: $\tau_W = |\vec{W}| |\vec{d}| \cos \theta$

sendo $\vec{d}$ o vetor deslocamento da carga e θ o ângulo entre o vetor deslocamento e a força $\vec{W}$.



Assim, $\tau_W = |\vec{W}| |\vec{d}| \cos \theta = (m_{\text{elev}}g)h \cos 180^\circ$, ou seja, $\tau_W = -mgh$

que foi o mesmo resultado em (IV).

Das equações (III) e (IV), conclui-se que:

$$\tau_F = -\tau_W = -(-m_{\text{elev}}gh) = m_{\text{elev}}gh$$

$$\tau_F = 6 \times 10^3 [\text{kg}] \times 10 [\text{m/s}^2] \times 20 [\text{m}]$$

$$\tau_F = 1,2 \times 10^6 \text{ J}$$

A potência média útil desenvolvida pelo elevador é:

$$P_{\text{útil}} = \frac{\tau_F}{\Delta t} = \frac{1,2 \times 10^6 [\text{J}]}{10 [\text{s}]} = 1,2 \times 10^5 \text{ W}$$



ou seja, $P_{\text{útil}} = 120 \text{ kW}$

24 | C

Observação: Fazendo as contas, de acordo com a aproximação sugerida, o ano teria 417 dias!

A energia perdida na forma de radiação (E_r) é:

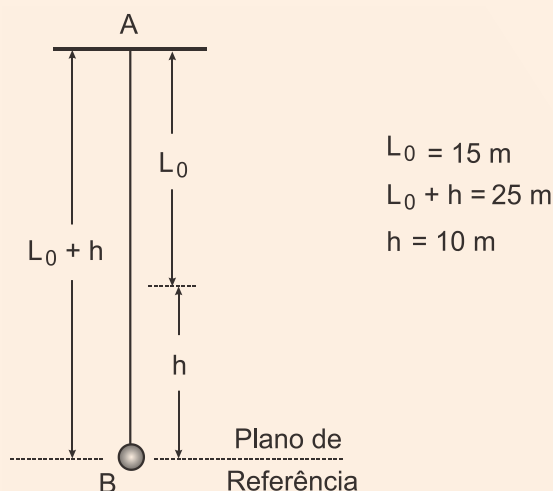
$$E_r = 0,1\% E = \frac{0,1}{100} \cdot 2 \times 10^{42} \Rightarrow E_r = 2 \times 10^{39} \text{ J.}$$

Calculando a potência irradiada:

$$P_r = \frac{2 \times 10^{39}}{3,6 \times 10^7} \Rightarrow \boxed{P_r = 5,6 \times 10^{31} \text{ W.}}$$

25 | A

O plano de referência para energia potencial será adotado no ponto 25 m abaixo do ponto (A) de onde Helena se solta.



Sendo a velocidade inicial nula, pela conservação da energia mecânica, tem-se:

$$E_{\text{mec}}^A = E_{\text{mec}}^B \Rightarrow mg(L_0 + h) = \frac{mv^2}{2} + \frac{kh^2}{2} \Rightarrow 50 \cdot 10 \cdot 25^2 = \frac{50v^2}{2} + \frac{250 \cdot 10^2}{2} \Rightarrow 12.500 = v^2 + 12.500 \Rightarrow \boxed{v = 0.}$$

26 | A

0,20 — 1 kWh

3,60 — x

$$x = 18 \text{ kWh} \Rightarrow x = 18 \cdot 10^3 \text{ Wh}$$

$$E = P \cdot \Delta t$$

$$E = \frac{U^2}{R} \cdot \Delta t \Rightarrow E \cdot R = U^2 \cdot \Delta t \Rightarrow E \cdot R = U^2 \cdot \Delta t \Rightarrow R = \frac{U^2 \cdot \Delta t}{E}$$

$$R = \frac{110^2 \cdot 30 \cdot 0,5}{18 \cdot 10^3} \Rightarrow R = 10 \, \Omega$$

27 | C

$$E_c = E_{p_{\text{gravitacional}}}$$

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 3,2}$$

$$v = 8 \text{ m/s}$$

$$E_c = E_{p_{\text{elástica}}}$$

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} k \cdot x^2$$

$$m \cdot v^2 = k \cdot x^2$$

$$x = \sqrt{\frac{m \cdot v^2}{k}} \Rightarrow x = \sqrt{\frac{5 \cdot 64}{40}} \Rightarrow x = \sqrt{8} \Rightarrow x = 2\sqrt{2}$$

28 | B

Observação: De acordo com estudos mais avançados, sabe-se que a potência de um aerogerador é dada por:

$$P = \frac{1}{2} C_p \rho A v^3.$$

Sendo:

C_p o coeficiente de potência; ρ a densidade do ar e A a área varrida pelas pás do rotor.

Ou seja, a potência é diretamente proporcional ao cubo da velocidade do vento.

Assim, se a velocidade caísse pela metade, a potência cairia para um oitavo, resultando 975 MWh, e não há resposta para tal valor.

Assim, a resolução será baseada apenas nos dados do enunciado.

A região que produz mais energia elétrica a partir de energia eólica é a região nordeste.

Considerando apenas a energia cinética, têm-se:

$$E_1 = \frac{1}{2} m v_1^2 = 7.800 \text{ MWh.}$$

$$E_2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{v_1}{2} \right)^2 \Rightarrow E_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{m v_1^2}{4} = \frac{E_1}{4} = \frac{7.800}{4} \Rightarrow \boxed{E_2 = 1.950 \text{ MWh.}}$$

29 | A

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]

O gráfico mostra que a energia potencial de ligação tem valor mínimo, $E_{\text{mín}} = -6 \times 10^{-19} \text{ J}$.

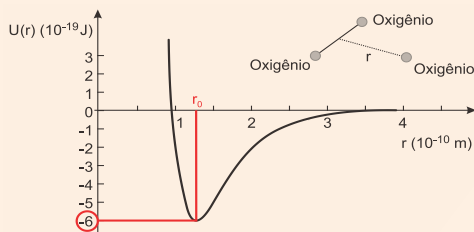


Para quebrar a ligação, a energia potencial deve se tornar nula.

$$E_{\min} + hf = 0 \Rightarrow f = \frac{-E_{\min}}{h} = \frac{-(-6 \times 10^{-19})}{6 \times 10^{-34}} \Rightarrow \boxed{f = 1 \times 10^{15} \text{ Hz}}$$

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Química]

A energia de ligação ou dissociação da molécula é igual ao módulo da energia potencial na separação de equilíbrio r_0 :



$$E = |U|$$

$$h \times f = |U|$$

$$6 \times 10^{-34} \times f = 6 \times 10^{-19}$$

$$f = \frac{6 \times 10^{-19}}{6 \times 10^{-34}} = 1 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

30| B

Gabarito Oficial: C

Gabarito SuperPro®: B

- Volume de cada barra.

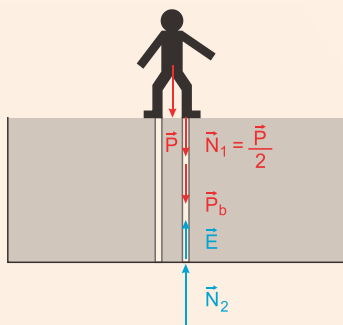
Dados: $d_{Al} = 2,5 \text{ g/cm}^3 = 2.500 \text{ kg/m}^3$; $m = 10 \text{ kg}$.

$$d_{Al} = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{d_{Al}} = \frac{10}{2.500} = \frac{1}{250} \text{ m}^3 \Rightarrow V = 4 \times 10^{-3} \text{ m}^3.$$

- Área de apoio na base de cada barra.

$$V = Ah \Rightarrow A = \frac{V}{h} = \frac{4 \times 10^{-3}}{0,4} \Rightarrow A = 10^{-2} \text{ m}^2.$$

- Intensidade da força normal de contato entre a base da barra e o fundo do tanque.



Sendo E a intensidade do empuxo sobre a barra, da figura:

$$N_2 + E = N_1 + P_b \Rightarrow N_2 + d_{H_2O} g V = \frac{P}{2} + m g \Rightarrow$$

$$N_2 + 10^3 \times 4 \times 10^{-3} \times 10 = \frac{800}{2} + 100 \Rightarrow N_2 + 40 = 500 \text{ N} \Rightarrow N_2 = 460 \text{ N}.$$

- Pressão.

A pressão exercida por cada barra no fundo do tanque é:

$$p = \frac{N_2}{A} = \frac{460}{10^{-2}} \Rightarrow \boxed{p = 4,6 \times 10^4 \text{ N/m}^2}.$$

31| C

Para a pessoa fora da piscina, sua força normal, em módulo, será: $N = m \cdot g$

Para a pessoa na piscina, com 24% de seu volume submerso, temos a presença do Empuxo, de acordo com o Princípio de Arquimedes: $E = d_{liq} \cdot V_{corpo} \cdot g$

Mas considerando que somente parte do volume está submerso e que o volume é a razão entre a massa e a densidade do corpo,

$$E = d_{liq} \cdot 0,24 \cdot \frac{m}{d_{corpo}} \cdot g \Rightarrow E = 1 \text{ g/cm}^3 \cdot \frac{0,24}{0,96} \cdot m \cdot g \therefore E = 0,25 \cdot m \cdot g$$

Portanto, com o Empuxo, há uma redução de 25% da força normal em relação ao corpo fora da piscina.

32| A

Lembrando que a intensidade do empuxo é igual à do peso de líquido deslocado, ao retirar o braço para fora da água, o volume de líquido deslocado diminui, diminuindo a intensidade do empuxo. Como o peso não se altera, a tendência do corpo é afundar.

33| B

Neste caso, peso do corpo P e empuxo E estão em equilíbrio: $E = P \Rightarrow \mu_{liq} \cdot g \cdot V_{sub} = m \cdot g$

Substituindo os valores sabendo que $1 \text{ L} = 1.000 \text{ cm}^3$

$$\mu_{liq} = \frac{m}{V_{sub}} \Rightarrow \mu_{liq} = \frac{600 \text{ g}}{0,8 \cdot 1000 \text{ cm}^3} \therefore \mu_{liq} = 0,75 \text{ g/cm}^3$$

34| C

Aplicando o teorema do impulso:



$$I = \Delta Q \Rightarrow F \cdot \Delta t = m \cdot v \therefore F = \frac{m \cdot v}{\Delta t}$$

$$F = \frac{m \cdot v}{\Delta t} \Rightarrow F = \frac{80 \text{ kg} \cdot 72 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ m/s}}{3,6 \text{ km/h}}}{0,2 \text{ s}} \therefore F = 8.000 \text{ N}$$

$$n^\circ \text{ sacos} = \frac{F}{\text{peso de cd saco}} \Rightarrow n^\circ \text{ sacos} = \frac{8.000 \text{ N}}{500 \text{ N}} \therefore n^\circ \text{ sacos} = 16$$

35 | D

A figura 1 mostra os vetores quantidade de movimento do elétron e do isótopo de lítio, bem como a soma desses vetores.

$$\vec{Q}_e + \vec{Q}_{Li} = \vec{Q}_1.$$

Como o isótopo de hélio estava inicialmente em repouso, a quantidade de movimento do sistema era inicialmente nula. Como as forças trocadas entre as partículas emitidas no decaimento são internas, trata-se de um sistema mecanicamente isolado, ocorrendo, então, conservação da quantidade de movimento do sistema, que deve ser nula também no final. Para satisfazer essa condição, o vetor quantidade de movimento do antineutrino ($\vec{Q}_v$) deve ter mesma intensidade e sentido oposto à do vetor $\vec{Q}_1$, como também mostra a figura 1.

A figura 2 mostra a resolução usando a regra da poligonal, sendo: $\vec{Q}_e + \vec{Q}_{Li} + \vec{Q}_v = \vec{0}$.

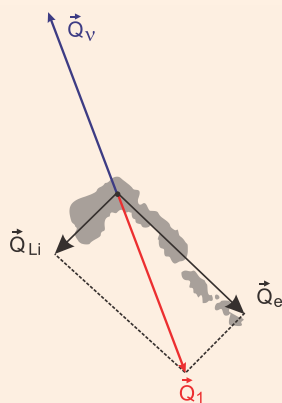


Figura 1

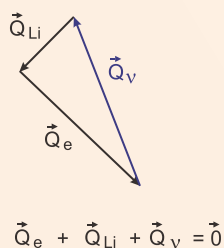


Figura 2

36 | B

Orientando a trajetória no mesmo sentido do movimento do móvel p os dados são: $m_p = 15 \text{ kg}$; $m_T = 13 \text{ kg}$; $v_p = 5 \text{ m/s}$; $v_T = -3 \text{ m/s}$.

Considerando o sistema mecanicamente isolado, pela conservação da quantidade de movimento:

$$Q_{\text{sist}}^{\text{antes}} = Q_{\text{sist}}^{\text{depois}} \Rightarrow m_p v_p + m_T v_T = m_p v'_p + m_T v'_T \Rightarrow$$

$$15(5) + 13(-3) = 15v'_p + 13v'_T \Rightarrow$$

$$15v'_p + 13v'_T = 36. \quad (I)$$

Usando a definição de coeficiente de restituição (e):

$$e = \frac{v'_T - v'_p}{v_p - v_T} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{v'_T - v'_p}{5 - (-3)} \Rightarrow \frac{3}{4} = \frac{v'_T - v'_p}{8} \Rightarrow$$

$$\frac{3}{4} = \frac{v'_T - v'_p}{8} \Rightarrow$$

Montando o sistema e resolvendo:

$$\begin{cases} 15v'_p + 13v'_T = 36 \\ v'_T - v'_p = 6 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 15v'_p + 13v'_T = 36 \\ -v'_p + v'_T = 6 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} 15v'_p + 13v'_T = 36 \\ -15v'_p + 15v'_T = 90 \\ \hline 0 + 28v'_T = 126 \end{cases} \Rightarrow$$

$$v'_T = \frac{126}{28} \Rightarrow \boxed{v'_T = 4,5 \text{ m/s.}}$$

Voltando em (II):

$$v'_T - v'_p = 6 \Rightarrow 4,5 - v'_p = 6 \Rightarrow 4,5 - 6 = v'_p \Rightarrow$$

$$v'_p = -1,5 \text{ m/s} \Rightarrow \boxed{|v'_p| = 1,5 \text{ m/s.}}$$

37 | D

Dados: $m_c = 0,5 \text{ kg}$; $b_c = 4 \text{ cm}$; $b_p = 10 \text{ cm}$.

Sendo g a aceleração da gravidade local, estando a régua em equilíbrio estático, o somatório dos momentos é igual a zero. Calculando a massa do prato:

$$m_p g b_p = m_c g b_c \Rightarrow m_p = \frac{m_c b_c}{b_p} = \frac{0,5 \cdot 4}{10} \Rightarrow m_p = 0,2 \text{ kg.}$$

Colocando a massa $m = 1 \text{ kg}$ sobre o prato, aplicando novamente a condição de o somatório dos momentos ser nulo, calculamos a nova distância b'_c do curso ao apoio.

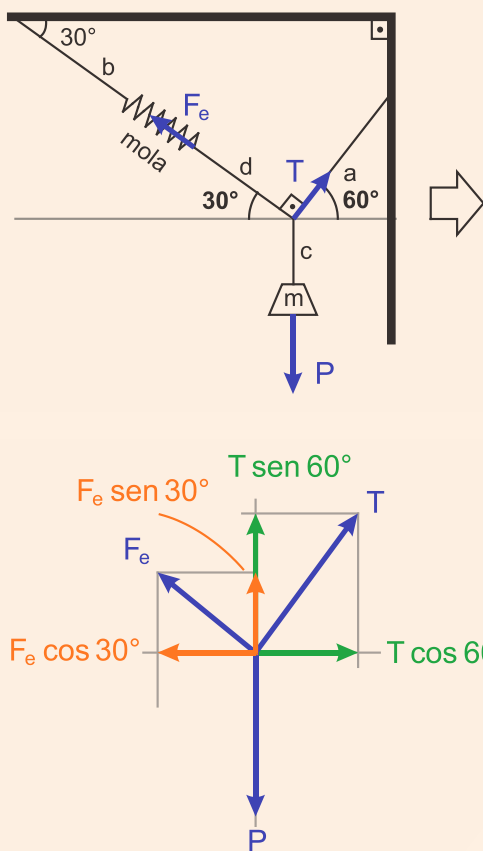


$$(m_p + m) g b_p = m_c g b'_c \Rightarrow$$

$$b'_c = \frac{(m_p + m) b_p}{m_c} = \frac{(0,2 + 1) \cdot 10}{0,5} \Rightarrow \boxed{b'_c = 24 \text{ cm.}}$$

38 | A

Conforme o diagrama de forças simplificadas abaixo, podemos calcular o equilíbrio estático do corpo, decompondo as forças inclinadas nos eixos horizontal e vertical utilizando conceitos de trigonometria:



Temos, então:

No eixo horizontal:

$$F_e \cdot \cos 30^\circ = T \cdot \cos 60^\circ$$

Isolando T, substituindo os valores de seno e cosseno e usando a Lei de Hooke para o módulo da força elástica: $F_e = k \cdot x$

$$T = \frac{F_e \cdot \cos 30^\circ}{\cos 60^\circ} \Rightarrow T = \frac{k \cdot x \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} \therefore T = \sqrt{3} \cdot k \cdot x \quad (1)$$

O equilíbrio na vertical fica:

$$F_e \cdot \sin 30^\circ + T \cdot \sin 60^\circ = P$$

Substituindo os valores de seno e cosseno, usando o valor da tração em (1) juntamente com a Lei de Hooke, fica:

$$k \cdot x \cdot \frac{1}{2} + \sqrt{3} \cdot k \cdot x \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = m \cdot g$$

Isolando a deformação da mola, temos:

$$x \cdot \left(\frac{k}{2} + \frac{3k}{2} \right) = m \cdot g \Rightarrow x = \frac{m \cdot g}{2k} \Rightarrow$$

$$x = \frac{2 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2}{2 \cdot 20 \text{ N/cm}} \therefore x = 0,5 \text{ cm}$$

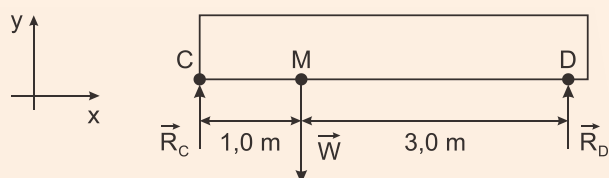
39 | D

Hipóteses do problema:

1. Barras rígidas e homogêneas
2. Barras com massas desprezíveis

Para se obter as forças pedidas é necessário traçar o diagrama de corpo rígido para a barra I e para a barra II, isoladamente:

Considere primeiramente a barra II:



Seja $\vec{R}_C$ e $\vec{R}_D$ as forças normais sobre os pontos C e D, e $\vec{W}$ a força peso do bloco suspenso. Note que a força peso da barra foi desconsiderada já que a massa é desprezível.

Considerando o equilíbrio de forças no eixo YY, tem-se que:

$$R_C + R_D - W = 0 \Rightarrow R_C + R_D = 200 \quad (I)$$

Considerando o equilíbrio de momentos em relação ao ponto C, tem-se que:

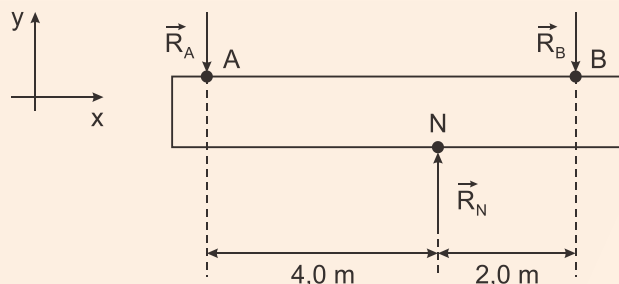
$$4 R_D - 1 W = 0 \Rightarrow R_D = \frac{W}{4} = \frac{200}{4} = 50 \text{ N}$$

Substituindo esse resultado na equação (I):



$$R_C + 50 = 200 \Rightarrow R_C = 150 \text{ N} \quad (\text{II})$$

Considere agora o equilíbrio da barra I:



Do equilíbrio das forças no eixo YY, tem-se que:

$$-R_A - R_B + R_N = 0 \Rightarrow R_N = R_A + R_B \quad (\text{III})$$

Note que $\vec{R}_B = -\vec{R}_C$. Logo, os módulos de $\vec{R}_B$ e $\vec{R}_C$ são iguais: $R_B = R_C = 150 \text{ N}$

Do equilíbrio de momentos em relação ao ponto N, tem-se que:

$$4 R_A - 2 R_B = 0 \Rightarrow R_A = \frac{R_B}{2} = \frac{150}{2} = \boxed{75 \text{ N}}$$

Substituindo esse resultado na equação (III), tem-se:

$$R_N = R_A + R_B = 75 + 150 = \boxed{225 \text{ N}}$$

40 | C

Observações:

O enunciado não forneceu a massa do equipamento, portanto seu peso será desprezado. Serão também desconsideradas as forças de interação entre as costas da pessoa e o encosto do equipamento, como também eventuais atritos entre a pessoa e o assento.

Além disso, é pedido o módulo da força exercida pela **perna** (no singular). Será calculado o módulo da força exercida pelas **pernas** da pessoa.

Pelo Princípio da Ação-Reação, a intensidade da força exercida pelas pernas da pessoa sobre o apoio do equipamento tem mesma intensidade que a da força que o apoio exerce sobre suas pernas, em sentido oposto.

Considerando a pessoa como ponto material, têm-se as três forças agindo sobre ela (Fig. 1). Como ela está em repouso, pelo Princípio da Inércia, a resultante dessas forças é nula. Usando a regra da poligonal, essas três forças formam um triângulo retângulo (Fig. 2).

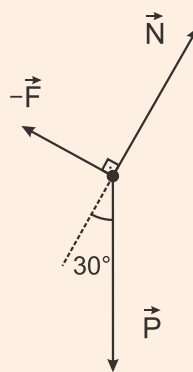


Fig. 1

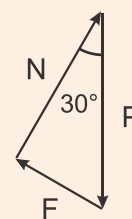


Fig. 2

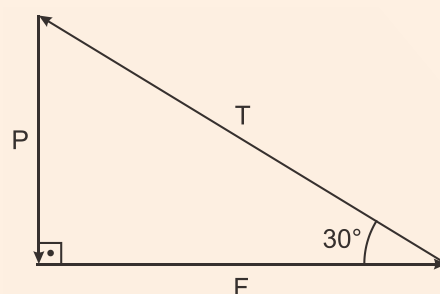
Na Fig. 2:

$$\sin 30^\circ = \frac{F}{P} \Rightarrow F = mg \sin 30^\circ = 65 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\boxed{F = 325 \text{ N.}}$$

41 | B

Como as três forças estão em equilíbrio, pela regra da poligonal, elas devem fechar um triângulo.



$$\begin{cases} \sin 30^\circ = \frac{P}{T} \Rightarrow T = \frac{P}{\sin 30^\circ} = \frac{200}{0,5} \Rightarrow \boxed{T = 400 \text{ N.}} \\ \cos 30^\circ = \frac{F}{T} \Rightarrow F = T \cos 30^\circ = 400 \times 0,8 \Rightarrow \boxed{F = 320 \text{ N.}} \end{cases}$$

42 | A

A força exercida pelos dois planetas sobre o ponto P são iguais em módulo, portanto: $F_{13} = F_{23}$

Usando a lei da Gravitação de Newton:

$$F_{13} = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_3}{(D/3)^2} \text{ e } F_{23} = \frac{G \cdot m_2 \cdot m_3}{(2D/3)^2}$$

Igualando e simplificando:

$$\frac{\cancel{G} \cdot \cancel{m_3} \cdot m_1}{(D/3)^2} = \frac{\cancel{G} \cdot \cancel{m_3} \cdot m_2}{(2D/3)^2} \Rightarrow \frac{m_1}{D^2/9} = \frac{m_2}{4D^2/9} \therefore \frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{4}$$

**43 | D**

Análise das alternativas falsas:

[A] Falsa. A força resultante é o peso do satélite ou a força de atração gravitacional.

[B] Falsa. Mesmo que reduzida, existe gravidade nesta altitude em relação à Terra.

[C] Falsa. É a velocidade orbital que mantém o satélite na posição geoestacionária, que é calculada para que o período do movimento circular seja de 24 h.

[E] Falsa. O peso é reduzido por conta da redução da aceleração da gravidade de acordo com Newton, mas não é zero.

44 | D

O movimento harmônico simples é um movimento oscilatório sobre trajetória retilínea, em que a aceleração é diretamente proporcional à elongação. Isso ocorre apenas nas situações [II] e [IV].

45 | A

Dados: $c_{\text{gelo}} = 0,5 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$, $c_{\text{liq.}} = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ e $L_{\text{fusão}} = 80 \text{ cal/g}$; $P = 500 \text{ cal/s}$.

Considerando a densidade da água igual a 1 kg/L a massa de água em questão é $m = 1 \text{ kg} = 1.000 \text{ g}$.

[V] Calculando o tempo de fusão do gelo (Δt_f):

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = m L \\ P = \frac{Q}{\Delta t_f} \end{array} \right\} \Rightarrow P = \frac{m L}{\Delta t_f} \Rightarrow \Delta t_f = \frac{m L}{P} = \frac{1000 \times 80}{500} \Rightarrow$$

$$\Delta t_f = 160 \text{ s.}$$

[F] O somatório dos tempos de aquecimento do gelo, de fusão do gelo e de aquecimento da água é igual a 225 s. Usando a expressão da afirmativa anterior:

$$\Delta t_g + \Delta t_f + \Delta t_a = 225 \Rightarrow \frac{m c_g \Delta \theta_g}{P} + 160 + \frac{m c_a \Delta \theta_a}{P} = 225 \Rightarrow$$

$$\frac{1.000 \times 0,5 \times (0 - \theta)}{500} + 160 + \frac{1.000 \times 1 \times (30 - 0)}{500} = 225 \Rightarrow -\theta + 160 + 60 = 225 \Rightarrow$$

$$\theta = -5 ^\circ\text{C.}$$

$$[V] Q = P \Delta t = 500 \times 225 \Rightarrow Q = 112,5 \times 10^3 \text{ cal.}$$

$$[V] Q = m c_a \Delta \theta = 1.000 \times 1 \times (30 - 0) \Rightarrow$$

$$Q = 30.000 \text{ cal}$$

46 | A

Sendo a vazão Q constante e igual à variação do nível da caixa d'água de 4 mm por minuto e calculada pela razão entre o volume V e o tempo T , então:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{4 \text{ mm} \cdot \frac{10^{-3} \text{ m}}{1 \text{ mm}} \cdot 1 \text{ m}^2}{\text{min}} \Rightarrow$$

$$Q = 4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = \frac{1}{15} \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Transformando para litros, temos:

$$Q = \frac{1}{15} \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{10^3 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \therefore Q = \frac{1 \text{ L}}{15 \text{ s}}$$

A velocidade que sai da mangueira é calculada com a equação: $Q = v \cdot A$, onde A é a área transversal da mangueira.

Transformação da unidade de área para o Sistema Internacional:

$$A = 1 \text{ cm}^2 \cdot \frac{10^{-4} \text{ m}^2}{1 \text{ cm}^2} \therefore A = 10^{-4} \text{ m}^2$$

Cálculo da velocidade de saída da água da mangueira:

$$Q = v \cdot A \Rightarrow v = \frac{Q}{A} \Rightarrow v = \frac{\frac{1}{15} \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{10^{-4} \text{ m}^2} \therefore v = \frac{2 \text{ m}}{3 \text{ s}}$$

47 | B

Sejam A_1 a soma das áreas dos orifícios do segundo recipiente e d_1 o diâmetro de cada orifício. Seja t_1 o tempo para esvaziar esse segundo recipiente.

$$A_1 = A \Rightarrow 16 \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi d^2}{4} \Rightarrow d_1 = \sqrt{\frac{d}{16}} \Rightarrow d_1 = \frac{d}{4}.$$

Aplicando a expressão fornecida no enunciado:

$$\left\{ \begin{array}{l} t = k \cdot \frac{h}{\sqrt{d}} \\ t_1 = k \cdot \frac{h}{\sqrt{d_1}} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{t}{t_1} = \sqrt{\frac{d_1}{d}} = \sqrt{\frac{d/4}{d}} \Rightarrow$$

$$\frac{t}{t_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow t_1 = 2 t.$$

**48 | A**

Dados: $V_1 = V = 4 \text{ mm}^3$; $D_1 = D = 4 \text{ mm}$; $D_2 = d = 500 \mu\text{m} = 0,5 \text{ mm}$.

Pela equação da continuidade:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 \Rightarrow v_1 \frac{\pi D_1^2}{4} = v_2 \frac{\pi D_2^2}{4} \Rightarrow$$

$$v_1 D_1^2 = v_2 D_2^2 \Rightarrow v_2 = \frac{v_1 D_1^2}{D_2^2} \Rightarrow$$

$$v_2 = \frac{4 \cdot 4^2}{0,5^2} = \frac{64}{0,25} \Rightarrow \boxed{v = v_2 = 256,0 \text{ mm/s.}}$$

49 | C

Considerando o gás da bolha como gás ideal e sendo o processo isotérmico, pela equação geral dos gases:

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{pV}{T} \Rightarrow p_0 V_0 = 10^5 \text{ Pa} \cdot (V_0 + 0,5V_0)$$

Achamos a pressão do ponto onde a bolha se formou.

$$p_0 V_0 = 10^5 \text{ Pa} \cdot 1,5 V_0 \therefore p_0 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Usando A Lei de Stevin, que relaciona a pressão à profundidade, tem-se:

$$p_0 = \rho g h + p_{\text{atm}} \Rightarrow h = \frac{p_0 - p_{\text{atm}}}{\rho g}$$

$$h = \frac{1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa} - 1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{10^3 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2} \therefore h = 5 \text{ m}$$

50 | A

Será adotada a seguinte notação: dada uma grandeza X, então [X] corresponderá à sua dimensão em unidades do S.I.

Seja P_g a potência gravitacional; G a constante de gravitação universal; c a velocidade da luz e Q uma grandeza com unidade $\text{kg} \cdot \text{m}^2$, conforme o enunciado.

Sabe-se por hipótese que:

$$[P_g] = [G c^\beta Q^\gamma \omega^\delta] = [G][c]^\beta [Q]^\gamma [\omega]^\delta \quad (\text{I})$$

Da equação geral da gravitação universal, tem-se que:

$$F = G \frac{Mm}{r^2} \Rightarrow [G] = \left[\frac{F \cdot r^2}{M \cdot m} \right] = \frac{\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \text{m}^2}{\text{kg}^2}$$

$$G = \text{m}^3 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2} \quad (\text{II})$$

Sabe-se também que:

$$[c] = \text{ms}^{-1}$$

$$[Q] = \text{kgm}^2$$

$$[\omega] = \frac{\text{rad}}{\text{s}} = \text{s}^{-1} \quad (\text{III})$$

$$[P_g] = \frac{\text{Nm}}{\text{s}} = \frac{\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{m}}{\text{s}} = \text{kgm}^2 \text{s}^{-3}$$

Substituindo-se as equações (II) e (III) na equação (I), tem-se:

$$\text{kgm}^2 \text{s}^{-3} = \text{kg}^{-1} \text{m}^3 \text{s}^{-2} [\text{ms}^{-1}]^\beta [\text{kgm}^2]^\gamma [\text{s}^{-1}]^\delta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \text{kgm}^2 \text{s}^{-3} = \text{kg}^{\gamma-1} \text{m}^{3+\beta+2\gamma} \text{s}^{-2-\beta-\delta} \quad (\text{IV})$$

Da equação (IV) tem-se, igualando-se os expoentes correspondentes:

$$\gamma - 1 = 1 \Rightarrow \gamma = 2$$

$$3 + \beta + 2\gamma = 2 \Rightarrow \beta = 2 - 3 - 2\gamma = -5$$

$$-2 - \beta - \delta = -3 \Rightarrow \delta = -2 - \beta + 3 = 6$$

51 | A**[Resposta do ponto de vista da disciplina de Biologia]**

O peixe ósseo consegue sofrer o deslocamento vertical na coluna d'água quando aumenta o volume do gás oxigênio no interior de sua bexiga natatória e, conseqüentemente, diminui a sua densidade em relação à água que o envolve.

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]

A fórmula da densidade é definida como: $d = \frac{m}{V}$.

Para um peixe atingir a superfície, ele varia a quantidade de ar dentro de sua bexiga natatória. Se ele varia a quantidade de ar, então varia o volume; e, pela equação, percebemos que irá variar também a densidade.

Em outras palavras, o peixe flutuará na superfície se ele pesar menos que o fluido no qual se desloca, ou seja, se sua densidade média for menor do que a densidade do fluido.

52 | ANULADA

Questão anulada pelo gabarito oficial.

Ao propor uma pista com cantos vivos, supõe-se perda de energia mecânica pelo choque nestes locais e, assim, fica impossível definir com certeza a resposta correta. Para evitar essa possibilidade, poderia se fa-



zer o trecho da bola B em curva ou ainda informar que não haveria perda de energia mecânica.

53| C

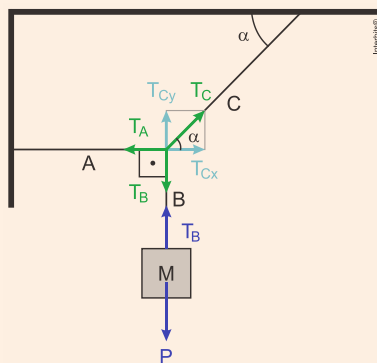
A área hachurada A no gráfico é de um triângulo retângulo, sendo calculada como:

$$A = \frac{\text{base} \cdot \text{altura}}{2} \Rightarrow A = \frac{v \cdot Q}{2} = A = \frac{v \cdot mv}{2} \therefore A = \frac{mv^2}{2}$$

Então, a área equivale à Energia cinética.

54| B

De acordo com o diagrama de corpo livre na figura abaixo, temos as forças envolvidas e a decomposição da tração em C nas direções horizontal (x) e vertical (y):



Considerando o equilíbrio nos eixos horizontal e vertical, temos:

$$\text{Eixo horizontal: } T_A = T_{Cx} \therefore T_A < T_C$$

$$\text{Eixo vertical: } T_B = T_{Cy} \therefore T_B < T_C$$

55| ANULADA

Questão anulada no gabarito oficial.

Questão apresentou a alternativa [A] como resposta oficial, mas possui também a alternativa [E] correta, de acordo com o exposto abaixo:

A polia desloca exatamente a metade do deslocamento do bloco, pois a corda faz a volta na polia, sendo assim, um deslocamento d na polia significa um deslocamento 2d no bloco.

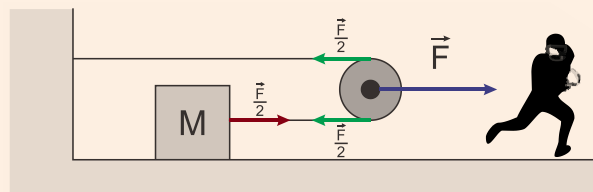
$$\Delta S_{\text{bloco}} = 2\Delta S_{\text{polia}}$$

Usando a equação do movimento uniformemente variado para o deslocamento em função da aceleração, para o caso de velocidade inicial nula:

$$\Delta S = \frac{a \cdot t^2}{2},$$

$$\text{então: } \frac{a_{\text{bloco}} \cdot t^2}{2} = 2 \cdot \frac{a_{\text{polia}} \cdot t^2}{2} \therefore a_{\text{bloco}} = 2 \cdot a_{\text{polia}}$$

Mas, observando o diagrama de forças abaixo, temos:



O trabalho realizado para mover o bloco pode ser relacionado com o trabalho realizado para mover a polia:

Na polia, para um deslocamento d:

$$\tau_{\text{polia}} = F \cdot d$$

No bloco para um deslocamento 2d:

$$\tau_{\text{bloco}} = \frac{F}{2} \cdot 2d \Rightarrow \tau_{\text{bloco}} = F \cdot d$$

Com isso, $\tau_{\text{polia}} = \tau_{\text{bloco}} = F \cdot d$

Logo, justifica-se a anulação da questão por apresentar mais de uma resposta correta.

56| D

A velocidade de rotação, mais comumente conhecida como frequência f está relacionada com a velocidade linear das correias com a seguinte equação: $v = 2\pi Rf$

onde:

v = velocidade linear das correias em m/s;

R = raio da polia em m;

f = frequência em Hz.

Para transformar a frequência em rotações por minutos, basta multiplicar o resultado em hertz por 60.

Para efetuar o cálculo, devemos obter a velocidade linear na lona que envolve os cilindros idênticos, C1 e C2, sabendo que o corredor Bolt faz 100 m em 9 s:

$$v = \frac{100 \text{ m}}{9 \text{ s}} \therefore v = 11,11 \text{ m/s}$$

Para o acoplamento das polias C2 e P1 temos que as frequências em cada uma delas são iguais entre si, portanto:

$$v = 2\pi Rf \Rightarrow f = \frac{v}{2\pi R} \Rightarrow f = \frac{11,11 \text{ m/s}}{2 \cdot 3 \cdot 0,02 \text{ m}} \therefore f = 92,6 \text{ Hz}$$



Passando para r.p.m:

$$f = 92,6 \text{ Hz} \cdot 60 \therefore f = 5.555,5 \text{ rpm}$$

Correspondendo então, de forma aproximada, à alternativa [D].

57 | D

Para o caso de não haver resistência do ar, devemos considerar o ângulo de lançamento teórico para o maior alcance possível de 45° . Então a componente horizontal da velocidade, eixo x, que é constante, é dada por:

$$v_x = v_0 \cdot \cos \theta \Rightarrow v_x = v_0 \cdot \cos 45^\circ = v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

No ponto mais alto da trajetória, a velocidade no eixo vertical y é nula e, conseqüentemente, a energia cinética associada a esse eixo.

$$v_y = 0 \text{ e } E_y = 0$$

Usando a expressão para a energia cinética do lançamento E e a componente horizontal E_x :

$$E = \frac{m \cdot v_0^2}{2} \text{ e } E_x = \frac{m \cdot v_x^2}{2}$$

Substituindo o valor da velocidade na equação da componente horizontal e comparando com a energia cinética inicial:

$$E_x = \frac{m \cdot v_x^2}{2} = \frac{m}{2} \cdot \left(v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \right)^2 = \underbrace{\frac{m}{2} \cdot v_0^2}_{E} \cdot \frac{1}{2} \therefore E_x = \frac{E}{2}$$

58 | B

A dinâmica do movimento circular nos informa que as curvas dos pontos B e E possuem a maior chance de aumentar a reação normal da pista sobre a bicicleta, de acordo com a equação abaixo em que a força resultante no MCU, ou seja, a diferença entre a força normal e o peso é igual a resultante centrípeta:

$$F_r = F_c \Rightarrow N - P = \frac{m \cdot v^2}{R} \therefore N = \frac{m \cdot v^2}{R} + P$$

Como a velocidade, massa e peso da bicicleta não variam, a maior força normal será maior onde o raio é menor, portanto no ponto B.

Nos trechos C e D temos a normal menor que o peso, devido ao fato da pista ser inclinada e da normal apontar para fora da curva, respectivamente.

59 | E

[A] Falsa. As distâncias percorridas são iguais, mas os tempos são diferentes.

[B] Falsa. A velocidade média maior é daquele nadador com menor tempo, no caso, Cielo.

[C] Falsa. Quando o cronômetro encerra a prova os nadadores ainda possuem inércia de movimento.

[D] Falsa. A velocidade instantânea é proporcional à razão entre a distância percorrida e o tempo gasto em percorrê-la.

[E] Verdadeira. O sistema não é considerado conservativo, pois existe atrito entre o nadador e a água, portanto a energia mecânica não é conservada.

60 | E

[I] Falsa. A bola se move para cima depois da colisão indicando que o impulso teve o mesmo sentido.

[II] Verdadeira. O módulo da variação da quantidade de movimento é calculado por:

$$\Delta Q = Q_f - Q_i \Rightarrow \Delta Q = m \cdot (v_f - v_i) \Rightarrow \Delta Q = 0,5 \text{ kg} \cdot (16 - (-20)) \text{ m/s} \\ \Delta Q = 18 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

[III] Falsa. A 3ª lei de Newton (ação e reação) surge na mudança de sentido de deslocamento quando a bola aplica uma força no solo e este aplica a mesma força em sentido contrário na bola.

61 | D

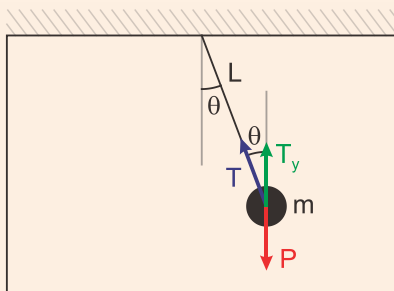
Análise das alternativas:

[A] Falsa. Como existe a força de arrasto impondo uma resistência ao movimento do pêndulo, a energia mecânica não se conserva, pois parte dessa energia é dissipada com o atrito da massa ao se mover no fluido viscoso.

[B] Falsa. A amplitude seria constante se não houvesse atrito.

[C] Falsa. Massas maiores sofrem menos resistência, pois a força restauradora do movimento é dependente da sua componente tangencial, que depende da massa.

[D] Verdadeira. De acordo com o diagrama de corpo livre abaixo, podemos estimar a relação entre a massa e a tração na corda.

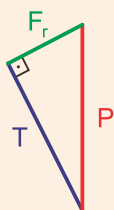


O equilíbrio de força no eixo vertical é:

$$T_y = P \Rightarrow T \cdot \cos\theta = m \cdot g \therefore T = \frac{m \cdot g}{\cos\theta}$$

Portanto, a tração na corda será maior quanto maior for a massa do corpo, pois ambas as variáveis são diretamente proporcionais.

[E] Falsa. Para o pêndulo simples, a tração na corda pode ser relacionada com o seu comprimento, para ângulos de oscilações pequenas com a seguinte equação, obtida pelo Teorema de Pitágoras para a força resultante no sistema:



$$P^2 = T^2 + F_r^2 \therefore T = \sqrt{P^2 - F_r^2} \quad (1)$$

Mas, para oscilações pequenas, o módulo da força resultante é a diferença entre a força restauradora F_x e a força de arrasto F_d .

$$F_x = m \cdot g \sin\theta$$

$$\text{Fazendo } \sin\theta \approx \theta \text{ e } \theta = \frac{x}{L}:$$

$$F_x = \frac{m \cdot g \cdot x}{L}$$

Então, a força resultante será:

$$F_r = \frac{m \cdot g \cdot x}{L} - F_d$$

Substituindo a força resultante e o peso em (1), temos:

$$T = \sqrt{(mg)^2 - \left(\frac{m \cdot g \cdot x}{L} - F_d\right)^2}$$

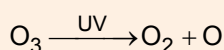
Com isso, notamos que a tração na corda é inversamente proporcional à raiz quadrada do seu comprimento, tornando falsa a afirmativa.



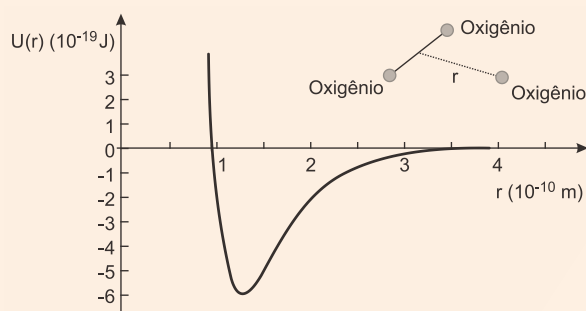
FÍSICA MODERNA

02

01 Na estratosfera, há um ciclo constante de criação e destruição do ozônio. A equação que representa a destruição do ozônio pela ação da luz ultravioleta solar (UV) é



O gráfico representa a energia potencial de ligação entre um dos átomos de oxigênio que constitui a molécula de O_3 e os outros dois, como função da distância de separação r .



A frequência dos fótons da luz ultravioleta que corresponde à energia de quebra de uma ligação da molécula de ozônio para formar uma molécula de O_2 e um átomo de oxigênio é, aproximadamente,

Note e adote:

– $E = hf$

– E é a energia do fóton.

– f é a frequência da luz.

– Constante de Planck, $h = 6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

- A** $1 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- B** $2 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- C** $3 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- D** $4 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- E** $5 \times 10^{15} \text{ Hz}$

02 A radiação eletromagnética tem uma natureza bastante complexa. Em fenômenos de interferência, por exemplo, ela apresenta um comportamento _____. Já em processo de emissão e de absorção ela pode apresentar um comportamento _____. Pode também ser descrita por “pacotes de energia” (fótons) que se movem no vácuo com velocidade de aproximadamente 300.000 km/s e têm massa _____.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas.

- A** ondulatório – ondulatório – nula.
- B** ondulatório – corpuscular – nula.
- C** ondulatório – corpuscular – diferente de zero.
- D** corpuscular – ondulatório – diferente de zero.
- E** ondulatório – ondulatório – diferente de zero.

03 Denomina-se de efeito fotoelétrico o fenômeno que consiste na liberação de elétrons pela superfície de um material quando esse é exposto a uma radiação eletromagnética como a luz. O fenômeno foi explicado por Einstein em 1905, quando admitiu que a luz é constituída por quanta de luz cuja energia é dada por $E = h \cdot f$, sendo h a constante de Planck e f a frequência da luz. Das seguintes afirmativas, assinale a **correta**.

- A** O efeito fotoelétrico acontece independentemente da frequência da luz incidente na superfície metálica.
- B** A teoria do efeito fotoelétrico afirma que, aumentando a frequência da luz incidente na superfície metálica, é possível arrancar prótons da superfície do metal.
- C** Considerando que, no vácuo, o comprimento de onda da luz vermelha é maior do que o comprimento de onda da luz azul, a energia dos quanta de luz vermelha é maior do que a energia dos quanta da luz azul.



D Quando uma luz monocromática incide sobre uma superfície metálica e não arranca elétrons dela, basta aumentar a sua intensidade para que o efeito fotoelétrico ocorra.

E O efeito fotoelétrico fornece evidências das naturezas ondulatória e corpuscular da luz.

04 Entre os vários trabalhos científicos desenvolvidos por Albert Einstein, destaca-se o efeito fotoelétrico, que lhe rendeu o Prêmio Nobel de Física de 1921. Sobre esse efeito, amplamente utilizado em nossos dias, é correto afirmar:

A Trata-se da possibilidade de a luz incidir em um material e torná-lo condutor, desde que a intensidade da energia da radiação luminosa seja superior a um valor limite.

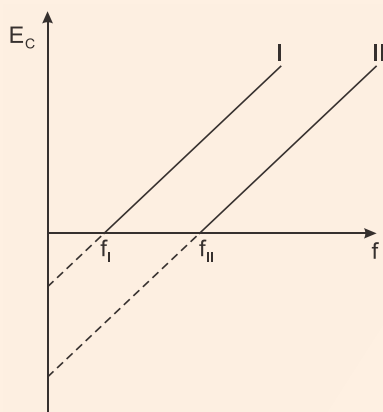
B É o princípio de funcionamento das lâmpadas incandescentes, nas quais, por ação da corrente elétrica que percorre o seu filamento, é produzida luz.

C Ocorre quando a luz atinge um metal e a carga elétrica do fóton é absorvida pelo metal, produzindo corrente elétrica.

D É o efeito que explica o fenômeno da faísca observado quando existe uma diferença de potencial elétrico suficientemente grande entre dois fios metálicos próximos.

E Corresponde à ocorrência da emissão de elétrons quando a frequência da radiação luminosa incidente no metal for maior que um determinado valor, o qual depende do tipo de metal em que a luz incidiu.

05 O gráfico abaixo mostra a energia cinética E_c de elétrons emitidos por duas placas metálicas, I e II, em função da frequência f da radiação eletromagnética incidente.



Sobre essa situação, são feitas três afirmações.

I. Para $f > f_{II}$, a E_c dos elétrons emitidos pelo material II é maior do que a dos elétrons emitidos pelo material I.

II. O trabalho realizado para liberar elétrons da placa II é maior do que o realizado na placa I.

III. A inclinação de cada reta é igual ao valor da constante universal de Planck, h .

Quais estão corretas?

A Apenas I.

B Apenas II.

C Apenas III.

D Apenas II e III.

E I, II e III.

06 A Figura 1 abaixo representa um arranjo experimental para a obtenção do espectro de emissão da luz emitida por uma lâmpada de gás de hidrogênio.

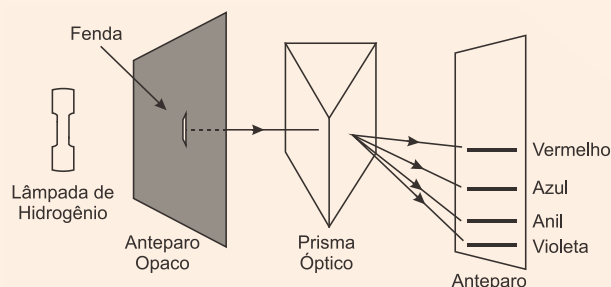


Figura 1

Ao passar pelo prisma, a luz divide-se em quatro feixes de cores distintas: violeta, anil, azul e vermelho. Projetando-se esses feixes em um anteparo, eles ficam espalhados, como ilustrado na Figura 1.

Considere agora a Figura 2, que ilustra esquematicamente alguns níveis de energia do átomo de hidrogênio, onde as setas I, II, III e IV mostram transições possíveis para esse átomo.

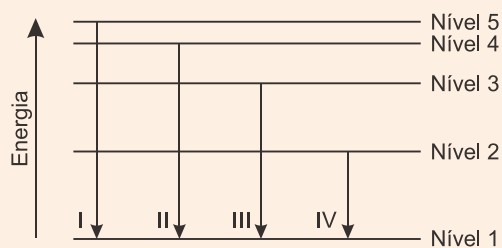


Figura 2

Relacionando as informações contidas na Figura 2 com as cores da luz emitida pela lâmpada de gás de



hidrogênio mostrada na Figura 1, é correto afirmar que a cor anil corresponde à transição

- A** I
- B** II
- C** III
- D** IV

07 Em 1900, Max Planck propôs uma explicação sobre a radiação de corpo negro. Sua equação ficou conhecida em todo o mundo porque relacionava pela primeira vez a energia emitida por um corpo negro com a sua frequência de emissão em pacotes discretos, chamados de fótons. A constante de proporcionalidade ficou conhecida como constante de Planck.

A unidade de medida dessa constante é dada por

- A** $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$
- B** Hz
- C** J . s
- D** cal/g °C
- E** J/kg

08 A velocidade é uma grandeza relativa, ou seja, a sua determinação depende do referencial a partir do qual está sendo medida. A Teoria da Relatividade Especial, elaborada em 1905, pelo físico alemão Albert Einstein, afirma que o comprimento e a massa de um objeto são grandezas que também dependem da velocidade e, conseqüentemente, são relativas.

Sobre a Teoria da Relatividade Especial, julgue os itens abaixo e marque a alternativa CORRETA.

- I. A massa de um objeto é independente da velocidade do mesmo, medida por qualquer referencial inercial.
- II. A velocidade da luz é um limite superior para a velocidade de qualquer objeto.
- III. Intervalos de tempo e de espaço são grandezas absolutas e independentes dos referenciais.
- IV. As leis da Física são as mesmas em todos os sistemas de referência inercial.
- V. Massa e energia são quantidades que não possuem nenhuma relação

- A** somente II e III estão corretas.
- B** somente I e II estão corretas.
- C** somente I e V estão corretas.
- D** somente I e III estão corretas.
- E** somente II e IV estão corretas.

09 Os seres, quando vivos, possuem aproximadamente a mesma fração de carbono – 14 (^{14}C), isótopo radioativo do carbono, que a atmosfera. Essa fração, que é de 10 ppb (isto é, 10 átomos de ^{14}C para cada bilhão de átomos de C), decai com meia-vida de 5.730 anos, a partir do instante em que o organismo morre. Assim, o ^{14}C pode ser usado para se estimar o tempo decorrido desde a morte do organismo.

Aplicando essa técnica a um objeto de madeira achado em um sítio arqueológico, a concentração de ^{14}C nele encontrada foi de 0,625 ppb. Esse valor indica que a idade aproximada do objeto é, em anos, de

- A** 1.432.
- B** 3.581.
- C** 9.168.
- D** 15.280.
- E** 22.920.

10 Reatores nucleares não são exclusivamente criações humanas. No período pré-cambriano, funcionou na região de Oklo, África, durante centenas de milhares de anos, um reator nuclear natural, tendo como combustível um isótopo do urânio.

Para que tal reator nuclear natural pudesse funcionar, seria necessário que a razão entre a quantidade do isótopo físsil (^{235}U) e a do urânio ^{238}U fosse cerca de 3%. Esse é o enriquecimento utilizado na maioria dos reatores nucleares, refrigerados a água, desenvolvidos pelo homem.

O ^{235}U decai mais rapidamente que o ^{238}U ; na Terra, atualmente, a fração do isótopo ^{235}U , em relação ao ^{238}U , é cerca de 0,7%.

Com base nessas informações e nos dados fornecidos, pode-se estimar que o reator natural tenha estado em operação há



Note e adote:

– $M(t) = M(0)10^{-\lambda t}$; $M(t)$ é a massa de um isótopo radioativo no instante t .

– λ descreve a probabilidade de desintegração por unidade de tempo.

– Para o ^{238}U , $\lambda_{238} \approx 0,8 \times 10^{-10} \text{ ano}^{-1}$.

– Para o ^{235}U , $\lambda_{235} \approx 4,0 \times 10^{-10} \text{ ano}^{-1}$.

– $\log_{10}(0,23) \approx -0,64$

A $1,2 \times 10^7$ anos.

B $1,6 \times 10^8$ anos.

C $2,0 \times 10^9$ anos.

D $2,4 \times 10^{10}$ anos.

E $2,8 \times 10^{11}$ anos.

11 | Leia o texto.

A polonesa Maria Skodovska Curie (1867–1934) é considerada a “mãe da Física Moderna” e a “patrona da Química”. Madame Curie, como é conhecida, é famosa por sua pesquisa inovadora sobre a radioatividade e pela descoberta dos elementos polônio e rádio. Ela teve influência na trajetória de muitas outras mulheres ao redor do mundo, que enfrentavam uma época repleta de preconceitos e dificuldades profissionais.

No Brasil, na primeira metade do século XX, tivemos pelo menos três representantes de destaque na área da Física. Yolande Monteux (1910–1998), primeira mulher formada em Física pela USP no Brasil (1938), trabalhou em pesquisas sobre raios cósmicos, tornando-se uma das pioneiras na área. Logo depois, em 1942, duas outras pesquisadoras seguiram os passos dela, graduando-se, também, em Física. Uma delas, Elisa Frota-Pessoa (1921–), graduada pela UFRJ, trabalhou com Física Experimental. Dentre sua obra, destaca-se o artigo intitulado “Sobre a desintegração do méson pesado positivo”. A outra foi Sonja Ashauer (1923–1948), também graduada pela USP, e que se tornou a primeira mulher brasileira a concluir um Doutorado em Física, na Universidade de Cambridge (Inglaterra), com uma tese sobre elétrons e radiações eletromagnéticas.

Podemos afirmar que algumas áreas da Física contempladas pelos estudos citados no texto são

A Termologia e Radioatividade, por estudarem a temperatura dos raios cósmicos e suas radiações.

B Magnetismo e Físico-Química, por terem pesquisado partículas atômicas e novos elementos.

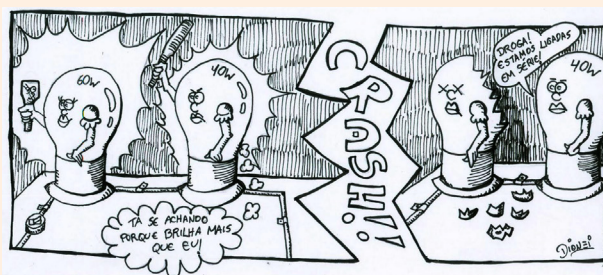
C Acústica e Gases, pela descoberta do rádio e do polônio, que são gases à temperatura e pressão ambiente.

D Astrofísica e Física de Partículas, pelo estudo dos raios cósmicos, radioatividade e partículas subatômicas.

E Óptica Geométrica e Eletromagnetismo, pela observação astronômica realizada das radiações eletromagnéticas.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Leia a charge a seguir e responda à(s) questão(ões).



12 | Considere que as lâmpadas descritas na charge emitem luz amarela que incide na superfície de uma placa metálica colocada próxima a elas.

Com base nos conhecimentos sobre o efeito fotoelétrico, assinale a alternativa correta.

A A quantidade de energia absorvida por um elétron que escapa da superfície metálica é denominada de fótons e tem o mesmo valor para qualquer metal.

B Se a intensidade luminosa for alta e a frequência da luz incidente for menor que a frequência-limite, ou de corte, o efeito fotoelétrico deve ocorrer na placa metálica.

C Se a frequência da luz incidente for menor do que a frequência-limite, ou de corte, nenhum elétron da superfície metálica será emitido.



D Quando a luz incide sobre a superfície metálica, os núcleos atômicos próximos da superfície absorvem energia suficiente e escapam para o espaço.

E Quanto maior for a função trabalho da superfície metálica, menor deverá ser a frequência-limite, ou de corte, necessária para a emissão de elétrons.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Leia o texto a seguir e responda à(s) questão(ões).

O tempo nada mais é que a forma da nossa intuição interna. Se a condição particular da nossa sensibilidade lhe for suprimida, desaparece também o conceito de tempo, que não adere aos próprios objetos, mas apenas ao sujeito que os intui.

KANT, I. Crítica da razão pura. Trad. Valério Rohden e Udo Baldur Moosburger. São Paulo: Abril Cultural, 1980. p. 47. Coleção Os Pensadores.

13 | A questão do tempo sempre foi abordada por filósofos, como Kant. Na física, os resultados obtidos por Einstein sobre a ideia da “dilatação do tempo” explicam situações cotidianas, como, por exemplo, o uso de GPS.

Com base nos conhecimentos sobre a Teoria da Relatividade de Einstein, assinale a alternativa correta.

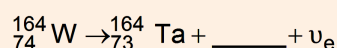
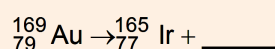
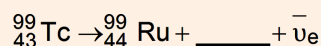
- A** O intervalo de tempo medido em um referencial em que se empregam dois cronômetros e dois observadores é menor do que o intervalo de tempo próprio no referencial em que a medida é feita por um único observador com um único cronômetro.
- B** Considerando uma nave que se movimenta próximo à velocidade da luz, o tripulante verifica que, chegando ao seu destino, o seu relógio está adiantado em relação ao relógio da estação espacial da qual ele partiu.
- C** As leis da Física são diferentes para dois observadores posicionados em sistemas de referência inerciais, que se deslocam com velocidade média constante.
- D** A dilatação do tempo é uma consequência direta do princípio da constância da velocidade da luz e da cinemática elementar.

E A velocidade da luz no vácuo tem valores diferentes para observadores em referenciais privilegiados.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Considere o campo gravitacional uniforme.

14 | Utilize as partículas β^+ (beta-mais), β^- (beta-menos) e α (alfa) para completar as lacunas dos decaimentos radioativos abaixo:



Considerando que $\bar{\nu}_e$ e ν_e são, respectivamente, as representações do anti-neutrino do elétron e do neutrino do elétron, o correto preenchimento das lacunas, de cima para baixo, é

- A** $\beta^- \alpha \beta^+$
- B** $\beta^+ \beta^- \alpha$
- C** $\beta^+ \alpha \beta^-$
- D** $\beta^- \beta^+ \alpha$
- E** $\alpha \beta^- \beta^+$

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:

Nas questões com respostas numéricas, considere o módulo da aceleração da gravidade como $g = 10,0 \text{ m/s}^2$, o módulo da carga do elétron como $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, o módulo da velocidade da luz como $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$ e utilize $\pi = 3$.

15 | Um corpo negro tem um pico de emissão em uma temperatura cujo comprimento de onda de sua radiação vale $9.000 \text{ \AA}$. Nessa temperatura, a radiação que emerge desse corpo não produz efeito fotoelétrico em uma placa metálica. Aumentando a temperatura do corpo negro, sua radiação emitida aumenta 81 vezes, causando efeito fotoelétrico na placa para o comprimento de onda de pico dessa nova temperatura. A energia necessária para frear esses fotoelétrons emitidos é equivalente à diferença de energia dos níveis $n = 2$ e $n = 3$ do átomo de hidrogênio de Bohr. Sabendo-se que a Lei de Wien relaciona o comprimento de onda de pico de emis-



são com a temperatura do corpo negro na forma $\lambda T = \text{constante}$, é CORRETO afirmar que a função trabalho do metal vale aproximadamente

Dados: energia do átomo de hidrogênio de Bohr no estado fundamental = $-13,6 \text{ eV}$, constante de Planck = $4,14 \times 10^{-15} \text{ eVs}$, $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$.

- A 1,15 eV.
- B 2,25 eV.
- C 4,50 eV.
- D 7,25 eV.
- E 10,75 eV.

16| A sonda caçadora de exoplanetas Kepler encontrou aquele que talvez seja o corpo celeste mais parecido com a Terra. A Nasa anunciou, nesta quinta-feira (23), a descoberta de Kepler-452b, um exoplaneta encontrado dentro de uma zona habitável de seu sistema solar, ou seja, uma região onde é possível que exista água no estado líquido. A semelhança com nosso planeta é tão grande que os pesquisadores chamaram o Kepler-452b de Terra 2.0. O Kepler-452b é cerca de 60% maior que a Terra e precisa de 385 dias para completar uma órbita ao redor de sua estrela, a Kepler 452. E essa estrela hospedeira é muito parecida com nosso Sol: tem quase o mesmo tamanho, temperatura e emite apenas 20% mais luz. Localizado na constelação Cygnus, o sistema solar da Terra 2.0 está a 1.400 anos-luz distante do nosso.

Fonte: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/terra-2-0-nasa-anuncia-descoberta-historica-de-planeta-quase-identico-ao-nosso>, acessado em: 14 de julho de 2016.

Supondo-se que, a fim de investigar mais de perto o Kepler-452b, uma sonda tenha sido enviada da Terra por uma equipe da Nasa, com uma velocidade igual a $(3)^{1/2} c/2$. Quando o relógio instalado na sonda marcar 28 anos de viagem, quanto tempo terá se passado para a equipe na Terra?

- A 7 anos
- B 14 anos
- C 21 anos
- D 42 anos
- E 56 anos

17| Era o dia 6 de agosto de 1945. O avião B-29, Enola Gay, comandado pelo coronel Paul Tibbets, sobrevoou Hiroshima a 9.448 metros de altitude e, quando os ponteiros do relógio indicaram 8h16, bombardeou-a com uma bomba de fissão nuclear de urânio, com 3 m de comprimento e 71,1 centímetros de diâmetro e 4,4 toneladas de peso. A bomba foi detonada a 576 metros do solo. Um colossal cogumelo de fumaça envolveu a região. Corpos carbonizados jaziam por toda parte. Atônitos, sobreviventes vagavam pelos escombros à procura de comida, água e abrigo. Seus corpos estavam dilacerados, queimados, mutilados. Cerca de 40 minutos após a explosão, caiu uma chuva radioativa. Muitos se banharam e beberam dessa água. Seus destinos foram selados.

Adaptado de Sidnei J. Munhoz, "O pior dos fins". Revista de História da Biblioteca Nacional, maio 2015. Disponível em: <http://www.revistadehistoria.com.br/secao/capa/o-pior-dos-fins>. Acessado em: 23/08/2016.

A explosão da bomba mencionada no texto

- A ocorre a partir da desintegração espontânea do núcleo de urânio enriquecido em núcleos mais leves, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse bombardeio significou o início da corrida armamentista entre EUA e União Soviética.
- B ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque é considerado um símbolo do final da II Guerra Mundial.
- C ocorre a partir da combinação de núcleos de urânio enriquecido com nêutrons, formando núcleos mais pesados e liberando uma enorme quantidade de energia. Esse bombardeio foi uma resposta aos ataques do Japão a Pearl Harbor.
- D ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque causou perplexidade por ser desferido contra um país que havia permanecido neutro na II Guerra Mundial.

GABARITO

01| A

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]

O gráfico mostra que a energia potencial de ligação tem valor mínimo, $E_{\min} = -6 \times 10^{-19} \text{ J}$.



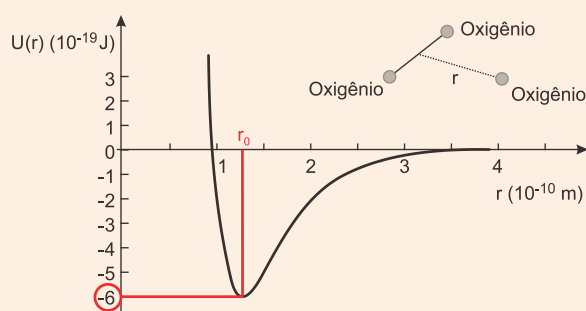
Para quebrar a ligação, a energia potencial deve se tornar nula.

$$E_{\min} + hf = 0 \Rightarrow f = \frac{-E_{\min}}{h} = \frac{-(-6 \times 10^{-19})}{6 \times 10^{-34}} \Rightarrow$$

$$f = 1 \times 10^{15} \text{ Hz.}$$

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Química]

A energia de ligação ou dissociação da molécula é igual ao módulo da energia potencial na separação de equilíbrio r_0 :



$$E = |U|$$

$$h \times f = |U|$$

$$6 \times 10^{-34} \times f = 6 \times 10^{-19}$$

$$f = \frac{6 \times 10^{-19}}{6 \times 10^{-34}} = 1 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

02 | B

A interferência está associada ao comportamento ondulatório da radiação eletromagnética enquanto que o efeito fotoelétrico está associado ao comportamento corpuscular. O fóton que é tido com a partícula fundamental da luz não possui massa.

03 | E

O **efeito fotoelétrico** ocorre quando uma placa metálica é exposta a uma radiação eletromagnética de frequência alta, por exemplo, um feixe de luz, e este arranca elétrons da placa metálica.

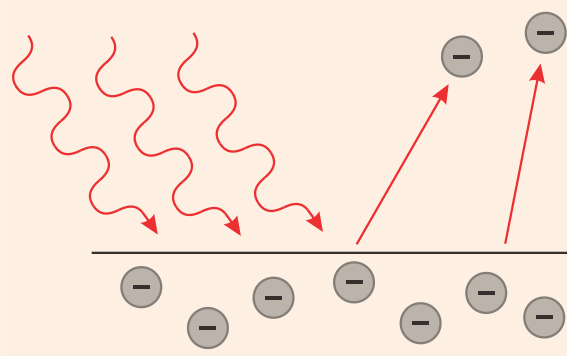
O efeito fotoelétrico para simples, mas intrigou bastantes cientistas durante algum tempo. Somente em 1905, Einstein explicou devidamente este efeito e com isso ganhou o Prêmio Nobel.

Uma das dúvidas que se tinha a respeito era que quanto mais se diminuía a intensidade do feixe de luz o efeito ia desaparecendo e a respeito da frequência da fonte luminosa também intrigava muito os cien-

tistas, pois ao reduzir a frequência da fonte abaixo de um certo valor o efeito desaparecia (chamado de frequência de corte), ou seja, para frequências abaixo deste valor independentemente de qualquer que fosse a intensidade, não implicava na saída de nenhum único elétron que fosse da placa metálica.

Mais tarde, Einstein com a **teoria dos fótons** explicou que, a intensidade de luz é proporcional ao número de fótons (**característica corpuscular**) e que como consequência determina o número de elétrons a serem arrancados da superfície da placa metálica e, quanto maior a frequência (**característica ondulatória**) maior é a energia adquirida pelos elétrons assim eles saem da placa e abaixo da frequência de corte, os elétrons não recebem nenhum tipo de energia, assim não saem da placa.

A figura ilustra o fenômeno.



Adaptado de: <http://www.infoescola.com/fisica/efeito-fotoeletrico/>

04 | E

Análise das alternativas falsas:

[A] Falsa. O efeito fotoelétrico é produzido pela emissão de luz de uma dada energia sobre um metal, sendo capaz de arrancar elétrons do mesmo. Logo, este efeito não vai tronar um metal condutor, pois ele já é condutor por natureza,

[B] Falsa. A corrente elétrica que passa no filamento, devido ao efeito Joule se aquece até a incandescência, emitindo luz está em desacordo com o efeito fotoelétrico, pois são fenômenos diferentes.

[C] Falsa. O fóton não possui carga elétrica, mas sim energia.

[D] Falsa. A faísca elétrica é o transporte de carga elétrica entre dois pontos quando a rigidez dielétrica do meio foi vencida.

[E] Verdadeira.

**05 | D**

Análise das afirmativas:

[I] Falsa. Pela análise do gráfico, para mesmas frequências, a energia dos elétrons emitidos pela placa I tem maiores energias cinéticas que os emitidos por II.

[II] Verdadeira. O trabalho é diretamente proporcional à frequência, portanto o metal com maior trabalho para realizar o efeito fotoelétrico é aquele em que a frequência mínima é maior, ou seja, o metal da placa II.

[III] Verdadeira. O coeficiente angular das retas apresentadas através do gráfico da energia versus a frequência é a constante de Planck de acordo com a equação $E = hf$.

06 | B

Pela ordem de frequências das radiações mostradas tem-se:

$$f_{vi} > f_{an} > f_{az} > f_{vm}.$$

De acordo com a equação de Planck, $E = hf$, a energia é diretamente proporcional à frequência da radiação.

Como o anil é a segunda maior frequência das radiações mostradas, também é a transição com segundo maior salto, sendo do nível 4 para o nível 1, ou seja, a transição II.

07 | C

$$E = h \cdot f \Rightarrow h = \frac{E}{f}$$

$$[h] = \left[\frac{J}{Hz} \right] \Rightarrow [h] = [J \cdot s]$$

08 | E

[I] Incorreta. A massa é relativa e depende da velocidade. Sendo m_0 a massa de repouso do objeto, v a sua velocidade e c a velocidade da luz no vácuo, a massa m do objeto é:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}.$$

[II] Correta.

[III] Incorreta. Tempo e espaço são grandezas relativas dadas, respectivamente, pelas expressões:

$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \text{ e } L = L_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

[IV] Correta.

[V] Incorreta. Massa e energia estão relacionadas pela equação de Einstein: $E = mc^2$.

09 | E

A cada meia-vida $t^{1/2}$ passada o isótopo decai pela metade, conforme esquema:

$$10 \text{ ppb} \xrightarrow{1 t^{1/2}} 5 \text{ ppb} \xrightarrow{2 t^{1/2}} 2,5 \text{ ppb} \xrightarrow{3 t^{1/2}} 1,25 \text{ ppb} \xrightarrow{4 t^{1/2}} 0,625 \text{ ppb}$$

Logo, se passaram $4 t^{1/2}$

Então, o tempo total do organismo estimado é de:

$$\Delta t = 4 \cdot 5730 \text{ anos} \therefore \Delta t = 22920 \text{ anos}$$

10 | C

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Inicialmente: } \left[\frac{M_{(0)235}}{M_{(0)238}} = \frac{3}{100} \Rightarrow \frac{M_{(0)235}}{M_{(0)238}} = 3 \times 10^{-2}. \right. \\ \text{Atualmente: } \left[\frac{M_{(t)235}}{M_{(t)238}} = \frac{0,7}{100} \Rightarrow \frac{M_{(t)235}}{M_{(t)238}} = 0,7 \times 10^{-2}. \right. \end{array} \right.$$

Aplicando a equação dada e os respectivos dados para cada um dos isótopos:

$$M(t) = M(0) 10^{-\lambda t} \left\{ \begin{array}{l} M_{(t)235} = M_{(0)235} 10^{-4 \times 10^{-10} t} \\ M_{(t)238} = M_{(0)238} 10^{-0,8 \times 10^{-10} t} \end{array} \right\} \div \Rightarrow$$

$$\frac{M_{(t)235}}{M_{(t)238}} = \frac{M_{(0)235} 10^{-4 \times 10^{-10} t}}{M_{(0)238} 10^{-0,8 \times 10^{-10} t}} \Rightarrow$$

$$0,7 \times 10^{-2} = 3 \times 10^{-2} \times 10^{-(4-0,8)10^{-10} t} \Rightarrow$$

$$\frac{0,7}{3} = 10^{-3,2 \times 10^{-10} t} \Rightarrow 0,23 = 10^{-3,2 \times 10^{-10} t} \Rightarrow$$

$$\log 0,23 = -3,2 \times 10^{-10} t \times \log 10 \Rightarrow$$



$$-0,64 = -3,2 \times 10^{-10} t \Rightarrow t = \frac{0,64}{3,2 \times 10^{-10}} = 0,2 \times 10^{10} \Rightarrow$$

$$t = 2 \times 10^9 \text{ anos.}$$

11 | D

As áreas da Física citadas no texto são: Astrofísica e Física de Partículas, devido aos estudos dos raios cósmicos e sobre a desintegração do méson pesado positivo; Radioatividade, pelos estudos de Marie Curie e partículas subatômicas pelos estudos de Sonja Ashauer sobre elétrons e radiações eletromagnéticas.

12 | C

Análise das alternativas:

[A] **Falsa:** A energia mínima para remover um elétron de um material metálico, chamada de *função trabalho*, difere para cada material, sendo uma característica do mesmo.

[B] **Falsa:** Os fótons incidentes no metal, de frequência menor que a frequência-limite não tem energia suficiente para ejetar elétrons do metal, ou seja, não há como observar o efeito fotoelétrico.

[C] **Verdadeira.**

[D] **Falsa:** São elétrons que podem ser emitidos e não núcleos atômicos.

[E] **Falsa:** A frequência mínima para ejeção dos elétrons da superfície metálica depende diretamente da função trabalho do material, portanto, quanto maior a função trabalho, maior será a frequência-limite para se verificar o efeito fotoelétrico.

13 | D

Análise das alternativas:

[A] **Falsa:** Na relatividade de Einstein, o intervalo de tempo medido em um móvel que se move a grandes velocidades é menor em relação a um observador em um referencial inercial. Logo, é necessário ter movimento relativo entre os dois observadores para haver diferenças significativas nos cronômetros.

[B] **Falsa:** Neste caso, o relógio do tripulante estaria atrasado em relação ao relógio da estação espacial.

[C] **Falsa:** As leis da Física são imutáveis para dois observadores localizados em referenciais inerciais que se movem com velocidades médias constantes.

[D] **Verdadeira.**

[E] **Falsa:** A velocidade da luz é constante no vácuo e independe dos referenciais pela qual é observada.

14 | A**1ª reação:**

Temos o decaimento beta, que transforma um nêutron instável do núcleo em próton, liberando um antineutrino e uma partícula β^- (beta-menos), aumentando assim o número atômico, mas o número de massa se mantém constante.

2ª reação:

A redução do número de massa em 4 unidades caracteriza a emissão α (alfa) que representa a perda de massa equivalente ao núcleo do Hélio, diminuindo em 2 unidades o número atômico do elemento inicial.

3ª reação:

Chama-se decaimento β^+ (beta-mais), em que um próton se transforma em um nêutron e liberando um neutrino e a partícula β^+ (também chamada de pósitron), que possui a mesma massa de um elétron, porém com carga positiva. Com isso, o número de massa do átomo se mantém, mas o número atômico diminui de uma unidade.

15 | B

Para iniciar o efeito fotoelétrico foi necessário triplicar a temperatura. Então, usando Lei de Wien, podemos determinar o comprimento de onda em relação à primeira radiação.

$$\lambda \cdot T = \text{constante} \Rightarrow \frac{\lambda}{3} \cdot (3T) = \text{constante} \therefore \lambda' = \frac{\lambda}{3}$$

Isto é, ao triplicar a temperatura, devemos dividir por três o comprimento de onda original, pois essas variáveis são inversamente proporcionais.

$$\lambda' = \frac{\lambda}{3} = \frac{9000 \text{ Å}}{3} \therefore \lambda' = 3000 \text{ Å} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

Este novo comprimento de onda nos fornece a frequência dessa onda, de acordo com:

$$v = \lambda f \Rightarrow f = \frac{v}{\lambda} \Rightarrow f = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{3 \cdot 10^{-7} \text{ m}} \therefore f = 1 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$



Finalmente, para a Energia cinética máxima dos elétrons ejetados da superfície do metal, igualamos à diferença de energia entre os níveis 2 e 3 do átomo de hidrogênio de acordo com a teoria de Bohr:

$$E_{c(\text{máx})} = \Delta E_{\text{Bohr}}$$

Sendo:

$$E_{c(\text{máx})} = h f - \varphi$$

$$\Delta E_{\text{Bohr}} = E_0 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Igualando:

$$h f - \varphi = E_0 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \Rightarrow \varphi = h f - E_0 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Substituindo:

$$\varphi = 4,14 \times 10^{-15} \text{ eVs} \cdot 1 \cdot 10^{15} \text{ Hz} - 13,6 \text{ eV} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) \therefore \varphi = 2,25 \text{ eV}$$

16| E

Usando a Teoria da Relatividade para o tempo, podemos determinar a dilatação no tempo com a equação:

$$\Delta t_{\text{relativ}} = \gamma \cdot \Delta t_{\text{próprio}}, \text{ onde } \tilde{a} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}, \text{ a constante de Lorentz.}$$

Cálculo da constante γ de Lorentz:

$$\tilde{a} = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot c}{c}\right)^2}} \Rightarrow \tilde{a} = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,75}} \therefore \tilde{a} = 2$$

Com isso o tempo relativístico passado na Terra será o dobro que o tempo próprio:

$$\Delta t_{\text{relativ}} = 2,28 \text{ anos} \therefore \Delta t_{\text{relativ}} = 56 \text{ anos}$$

17| B

[Resposta do ponto de vista da disciplina de História]

O ataque norte-americano às cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki marcou o episódio final da Segunda Guerra Mundial, selando a vitória dos aliados sobre o eixo e massacrando o Japão.

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]

Na bomba atômica, o nêutron, ao atingir um núcleo de urânio, provoca sua quebra em dois núcleos menores e a liberação de mais nêutrons, que por sua vez, irão atingir outros núcleos e provocar novas quebras, gerando uma reação em cadeia. O processo é conhecido como fissão nuclear e libera enorme quantidade de energia.